



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA KRITICKÝCH MÍST PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK V SILNIČNÍ DOPRAVĚ

ANALYSIS OF CRITICAL POINTS IN THE TRANSPORTATION OF HAZARDOUS SUBSTANCES BY
ROAD

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. IVANA FIDRICOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. VLADIMÍR ADAMEC, CSc.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Ivana Fidrichová

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Řízení rizik chemických technologií (3901T049)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza kritických míst při přepravě nebezpečných látek v silniční dopravě

v anglickém jazyce:

Analysis of Critical Points in the Transportation of Hazardous Substances by Road

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracovat literární rešerši současného stavu hodnocení kritických míst při přepravě nebezpečných látek nejen v ČR, ale i ve vybraných vyspělých státech EU. Analyzovat příčiny těchto dopravních nehod a metodicky navrhnout možná řešení směřující k eliminaci těchto nehod např. analýzou kritických míst s následným výběrem vhodných tras. Navržené metodické principy hodnocení (ukazatele) ověřit na konkrétním modelovém území.

Cíle diplomové práce:

Návrh kritérií pro hodnocení kritických míst při přepravě nebezpečných látek v silniční dopravě.

Seznam odborné literatury:

ADR – Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí platná od 1. ledna 2011 [online]. New York a Geneva: EHK OSN ©2010 [cit. 21.10.2012]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2011+-+ke+sta%C5%BEn%C3%AD/ADR+2011.htm

Dopravní nehody [online]. Praha: MV ČR, ©2008 [cit. 21.10.2012]. Dostupné z: www.mvcr.cz/clanek/dopravni-nehody-statistiky.aspx

Dopravní informační systém DOK [online]. Praha: MD ČR, ©2010 [cit. 21.10.2012]. Dostupné z: <http://cep.mdcz.cz/dok2/DokPub/dok.asp>

Sdělení č. 33/2005 Sb. [online]. Praha: MZV ČR, ©2005 [cit. 21.10.2012]. Dostupné z: <http://www.aspi.cz>.

Vyhláška č. 64/1987 Sb. o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) [online]. Praha: MZV ČR, ©1987 [cit. 21.10.2012]. Dostupné z <http://www.aspi.cz>.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 10.10.2012

L.S.

Abstrakt

Táto diplomová práca sa zaoberá analýzou kritických miest pri preprave nebezpečných vecí cestnou dopravou, na základe ktorých je následne navrhnutá metodika pre výber bezpečnej trasy. Práca zároveň obsahuje štatistické údaje o celkových výkonoch v preprave nebezpečných vecí v štátoch EÚ a porovnáva podiel prepravného výkonu nebezpečných vecí na celkovom prepravnom výkone medzi jednotlivými európskymi krajinami. Pre Českú republiku ďalej spracováva štatistický prehľad nehodovosti spojenej s týmto typom prepravy, zaoberá sa príčinami dopravných nehôd a taktiež ich následkami.

Abstract

Diploma thesis focuses on the analysis of critical points in the transport of hazardous materials on the basis of which there is given a methodology for selecting safe routes. The thesis includes statistical data on the total performance in the transport of hazardous materials within the EU states as well as specifies the proportion of transport performance of hazardous materials to the total performance among the individual European countries. For Czech Republic, the thesis also presents a statistical overview of the accident rate associated with this kind of transport as well as deals with the causes and consequences of the accidents occurred during the transportation.

Klíčová slova

Preprava, nebezpečné veci, ADR, kritické miesta, dopravné nehody.

Keywords

Transport, hazardous materials, ADR, critical points, traffic accidents.

Bibliografická citace

FIDRICHOVÁ, I. Analýza kritických míst při přepravě nebezpečných látek v silniční dopravě. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 105 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto mieste by som chcela poďakovať vedúcemu práce doc. Ing. Vladimírovi Adamcovi, Csc. za vedenie a poskytnuté rady, pánovi Ing. Ladislavovi Zívalíkovi a pánovi Ing. Bohuslavovi Novotnému za podnetné konzultácie a poskytnuté podklady, pánovi pplk. Ing. Vladimírovi Šulcovi, PhD. z Policajného prezídia za poskytnutie štatistických údajov, pani Ing. Jane Victorii Martincovej, PhD. za poskytnuté podklady a pánovi Mgr. Marekovi Havlíčkovi z VÚKOZ za poskytnutie dát pre spracovanie máp.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	DEFINÍCIE ZÁKLADNÝCH POJMOV	12
2.1	Nebezpečné chemické látky a prípravky	12
2.2	Nebezpečný odpad.....	13
2.3	Nebezpečné veci	13
3	PREPRAVA NEBEZPEČNÝCH VECÍ.....	15
3.1	Legislatíva ČR	16
3.2	Medzinárodná dohoda ADR.....	17
3.3	Formy prepravy nebezpečných vecí	18
3.4	Všeobecné bezpečnostné opatrenia	18
3.4.1	<i>Povinnosti hlavných účastníkov.....</i>	<i>18</i>
3.4.2	<i>Vybavenie dopravných jednotiek.....</i>	<i>20</i>
4	ŠTATISTICKÉ ÚDAJE O PREPRAVE NEBEZPEČNÝCH VECÍ V JEDNOTLIVÝCH EURÓPSKYCH KRAJINÁCH	23
5	RIZIKÁ SPOJENÉ S PREPRAVOU NEBEZPEČNÝCH VECÍ	25
5.1	Hlavné riziká nebezpečných látok pri havárii	25
5.2	Vplyv rizík na prepravu nebezpečných vecí.....	26
5.2.1	<i>Ľudský faktor</i>	<i>26</i>
5.2.2	<i>Dopravný prostriedok.....</i>	<i>29</i>
5.2.3	<i>Prostredie</i>	<i>29</i>
6	ANALÝZA NEHODOVOSTI	31
6.1	Najvýznamnejšie mimoriadne udalosti	32
6.2	Analýza nehodovosti v ČR.....	35
6.2.1	<i>Príčiny dopravných nehôd.....</i>	<i>48</i>
6.2.2	<i>Následky dopravných nehôd.....</i>	<i>49</i>
7	ANALÝZA KRITICKÝCH MIEST PRI PREPRAVE NEBEZPEČNÝCH VECÍ V CESTNEJ DOPRAVE.....	50

7.1	Aktuálny stav riešenia kritických miest	50
7.2	Návrh kritických miest pri preprave nebezpečných vecí a ich hodnotenie pre voľbu najbezpečnejšej trasy	56
7.2.1	<i>Kritické miesta z pohľadu dopadu na obyvateľstvo</i>	<i>56</i>
7.2.2	<i>Kritické miesta z pohľadu životného prostredia</i>	<i>60</i>
7.2.3	<i>Kritické miesta v cestnej infraštruktúre</i>	<i>72</i>
7.2.4	<i>Výsledok hodnotenia - výber najbezpečnejšej trasy</i>	<i>73</i>
8	VÝBER NAJBEPČNEJŠEJ TRASY	75
8.1	trasy z hľadiska dopadu na obyvateľstvo	76
8.2	Trasy z hľadiska ohrozenia životného prostredia	78
8.2.1	<i>Trasy z hľadiska ohrozenia vody</i>	<i>78</i>
8.2.2	<i>Trasy z hľadiska ohrozenia pôdy</i>	<i>78</i>
8.2.3	<i>Trasy z hľadiska ohrozenia chráneného územia</i>	<i>80</i>
8.3	Trasy z hľadiska ohrozenia cestnej infraštruktúry	81
8.4	Vyhodnotenie bezpečnosti trás	83
9	DISKUSIA	85
10	ZÁVER	86
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	87
	ZOZNAM GRAFOV, OBRÁZKOV TABULIEK A VÝVOJOVÝCH DIAGRAMOV	95
	ZOZNAM SKRATIEK	99
	ZOZNAM PRÍLOH	100
	PRÍLOHA I: ZOZNAM LÁTOK	101

1 ÚVOD

S rozvojom spoločnosti dochádza k rozvoju dopravy, s čím súvisí aj rozvoj prepravy nebezpečných vecí. Počet preprav nebezpečných vecí stále narastá, čo vedie k zvýšenému riziku vzniku mimoriadnej udalosti. Nebezpečný tovar je problém, ktorý zaujíma nielen prepravcov, poisťovacie spoločnosti, ale najmä spoločnosť v súvislosti so vznikom nehody a dôsledkami s ňou spojenými. Preprava nebezpečných vecí je vo všeobecnosti veľmi riskantnou, ale zároveň aj nevyhnutnou záležitosťou. Predstavuje riziko pre obyvateľstvo, jeho zdravie a životné prostredie, kedy v dôsledku nehody dochádza k znečisteniu ovzdušia, vody alebo pôdy. Keďže najväčšie percento nebezpečného tovaru je prepravovaného najmä cestnou dopravou, je cieľom práce analyzovať kritické miesta pri preprave nebezpečných vecí so zameraním na vytvorenie metodiky pre návrh bezpečných trás.

2 DEFINÍCIE ZÁKLADNÝCH POJMOV

2.1 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A PRÍPRAVKY

Ako nebezpečné chemické látky a nebezpečné chemické prípravky, sú definované látky a prípravky, ktoré za podmienok stanovených zákonom o chemických látkach majú jednu alebo viac nebezpečných vlastností, pre ktoré sú klasifikované ako výbušné, oxidujúce, extrémne horľavé, vysoko horľavé, horľavé, vysoko toxické, toxické, zdraviu škodlivé, žieravé, dráždivé, senzibilizujúce, karcinogénne, mutagénne, toxické pre reprodukciu, nebezpečné pre životné prostredie.

Nebezpečné chemické látky a nebezpečné chemické prípravky [1, 2]:

- Výbušné: pevné, kvapalné, pastovité alebo gelovité látky a prípravky, ktoré môžu exotermicky reagovať i bez prístupu vzdušného kyslíku za rýchleho vývinu plynu alebo u ktorých dochádza pri definovaných skúšobných podmienkach k detonácií a prudkému horeniu alebo ktoré pri zahriatí vybuchujú, ak sú umiestnené v čiastočne uzavretej nádobe.
- Oxidujúce: ktoré pri styku s inými látkami, najmä horľavými, vyvolávajú vysoko exotermické reakcie.
- Extrémne horľavé: ktoré v kvapalnom stave majú teplotu vzplanutia nižšiu ako 0 °C a teplotu varu nižšiu ako 35 °C alebo ktoré sú v plynnom stave vznetlivé pri styku so vzduchom pri normálnej teplote a tlaku.
- Vysoko horľavé, ktoré:
 - sa môžu samovoľne zahrievať a následne sa vznietiť pri styku so vzduchom pri normálnej teplote a tlaku bez akéhokoľvek dodania energie,
 - sa môžu v tuhom stave ľahko zapáliť po krátkom styku so zdrojom zapálenia a po jeho odstránení ďalej horieť alebo tlieť,
 - majú v kvapalnom stave teplotu vzplanutia nižšiu ako 21 °C a nie sú extrémne horľavé,
 - pri styku s vodou alebo vlhkým vzduchom uvoľňujú vysoko horľavé plyny v nebezpečných množstvách min $1 \text{ l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hod}^{-1}$.
- Horľavé: ktoré majú teplotu vzplanutia v rozmedzí od 21 do 55 °C.

- Vysoko toxické: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu spôsobiť aj vo veľmi malom množstve akútne alebo chronické poškodenie zdravia alebo smrť.
- Toxické: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu spôsobiť aj v malom množstve akútne alebo chronické poškodenie zdravia alebo smrť.
- Zdraviu škodlivé: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu spôsobiť akútne alebo chronické poškodenie zdravia alebo smrť.
- Žieravé: ktoré môžu pri styku so živým tkanivom spôsobiť jeho zničenie.
- Dráždivé: ktoré nemajú vlastnosti žieravín, ale pri priamom dlhodobom alebo opakovanom styku s kožou alebo sliznicou môžu vyvolať zápal.
- Senzibilizujúce: ktoré po vdýchnutí alebo preniknutí kožou môžu vyvolať precitlivosť tak, že po expozícii vznikajú charakteristické príznaky.
- Karcinogénne: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu vyvolať alebo zvýšiť početnosť výskytu rakoviny.
- Mutagénne: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu vyvolať alebo zvýšiť početnosť výskytu genetických mutácií.
- Toxické pre reprodukciu: ktoré po vdýchnutí, požití alebo pri preniknutí kožou môžu vyvolať alebo zvýšiť početnosť výskytu nededičných poškodení potomkov, poškodenia reprodukčných funkcií alebo schopnosti reprodukcie muža alebo ženy.
- Nebezpečné pre životné prostredie: ktoré po preniknutí do životného prostredia predstavujú alebo môžu predstavovať okamžité alebo oneskorené nebezpečenstvo.

2.2 NEBEZPEČNÝ ODPAD

Odpad uvedený v Seznamu nebezpečných odpadů v prevádzacom právnom predpise [3] a akýkoľvek iný odpad vykazujúci jednu alebo viac nebezpečných vlastností uvedených v prílohe č. 2 k zákonu č. 185/2001 Sb. [1, 4].

2.3 NEBEZPEČNÉ VECI

Nebezpečné veci sú definované podľa zákona č. 111/1994 Sb. [5], o silniční dopravě (část III § 22) ako látky a predmety, pre ktorých povahu, vlastnosti alebo stav môže byť v súvislosti s ich prepravou ohrozená bezpečnosť osôb, zvierat alebo vecí alebo ohrozené životné prostredie [5].

V Európskej dohode o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných vecí - ADR [6] sú nebezpečné veci definované ako látky a predmety, ktorých preprava je podľa dohody ADR [6] vylúčená alebo prípustná len za podmienok v nej stanovených. Na základe svojej povahy sa začleňujú podľa Dohody ADR [6] do 13 tried (viď. tabuľka 1). V triedach sa rozdeľujú do jednotlivých skupín a podľa nebezpečnosti sa k nim priradí príslušná obalová skupina I, II, III [7].

Tabuľka 1 Triedy nebezpečných vecí podľa ADR

Trieda	Nebezpečné látky a predmety	Druh triedy	Číselný kód
1.	Výbušné látky a predmety (vrátane munície)	Výlučná	2100
2.	Stlačené, skvapalnené alebo pod tlakom rozpustené plyny	Výlučná	2200
3.	Horľavé kvapaliny (vrátane pohonných hmôt)	Voľná	2300
4.1	Horľavé pevné (tuhé) látky	Voľná	2400
4.2	Samozápalné látky (pyrofority)	Voľná	2430
4.3	Látky, ktoré pri styku s vodou vyvíjajú horľavé plyny	Voľná	2470
5.1	Okysličovacie látky (oxidovadla)	Voľná	2500
5.2	Organické peroxidy (vrátane hydroperoxidov)	Voľná	2550
6.1	Jedovaté látky (vrátane látok zdraviu škodlivých)	Voľná	2600
6.2	Infekčné látky	Voľná	2650
7.	Rádioaktívne látky	Výlučná	2700
8.	Žieravé (korozívne) látky	Voľná	2300
9.	Rôzne nebezpečné látky a predmety	Voľná	2900

Zdroj: Dekra automobil a.s, Kizlink [7,8]

Jednotlivé triedy nebezpečných látok majú priradené nebezpečné výstražné značky, ktoré napomáhajú vizuálne identifikovať tieto látky. V súvislosti s podmienkami za akých môže byť preprava a manipulácia s nebezpečnými látkami a predmetmi uskutočnená, sa triedy 1, 2, 7 označujú ako výlučné triedy, čo znamená že môžu byť prepravované len samostatným vozidlom a podliehajú zvláštnemu režimu nákladky, prepravy a výkladky. Ostatné veci sú z prepravy vylúčené. Väčšina nebezpečných látok je začlenená do voľnej triedy. Z látok začlenených do tejto triedy je povolené prepravovať len tie, ktoré sú uvedené v ustanoveniach ADR [6]. Nebezpečné látky a predmety v nich neuvedené a predmety nespádajúce pod niektoré z hromadných pomenovaní, sa nepovažujú za nebezpečné látky a predmety a podľa dohody ADR [6] je ich preprava povolená bez zvláštnych podmienok [9].

3 PREPRAVA NEBEZPEČNÝCH VECÍ

Preprave nebezpečných vecí sa vždy venovala určitá pozornosť, v minulosti však najmä z ekonomických dôvodov. Tento pohľad však zmenil alarmujúci počet dopravných nehôd. Preto sa v posledných rokoch veľká pozornosť venuje, okrem ekonomického hľadiska, najmä riziku a jeho eliminácii. Plánovanie vhodných trás prešlo až do takého štádia, že sa z neho stala celosvetová inštitúcia, ktorá zahŕňa prácu obrovského počtu ľudí. Tí pracujú so situáciami, ktoré môžu nastať, so simuláciami, ktoré umelo vytvárajú, kalkulujú a robia predbežné závery. Na základe nich sa potom ďalej venujú klasifikáciám, hľadajú možnosti riešenia rovnako ako aj možnosti, akými sa vyhnúť nežiaducim situáciám a plánujú. Pre rôzne parametre, ako je dĺžka trasy, čas prepravy a riziko dopadu na obyvateľstvo, sa následne snažia o voľbu vhodnej trasy. Vo svojej práci sa opierajú o mnohé metódy, napr. Martinsov algoritmus, k-triedy a lokálny výskum, ďalej o počítačové simulácie alebo analýzy. Plánovaniu prepravy nebezpečných vecí venuje najväčšiu pozornosť USA. Je to najmä dôsledok udalostí z 11. septembra 2001, nakoľko prevoz nebezpečných vecí môže byť zneužitý teroristami [10, 11].

Vo svete je ročne prepravených zhruba 4 miliardy ton nebezpečných vecí, z toho 2 miliardy prepraví Čína (65 % cestnou a železničnou dopravou). Len lodnou dopravou prepraví USA ročne 300 miliónov ton nebezpečných vecí a Taliansko 84 miliónov ton pomocou nákladných automobilov. V Európskej únii činí celkový objem prepravovaných nebezpečných vecí približne 110 miliárd ton ročne, z ktorých sa 58 % prepravuje po ceste, 25 % po železnici a 17 % po vnútrozemských vodných cestách. Pretože cena prepravy je stále hlavným a rozhodujúcim faktorom pri výbere druhu dopravy, objem prepravy nebezpečných vecí v Európskej únii v železničnej doprave klesol a v cestnej a vnútrozemskej vodnej doprave naopak výrazne vzrástol. Práve preto je nevyhnutné venovať rizikám cestnej prepravy nebezpečných vecí patričnú pozornosť [10, 12, 13].

Ukážkovou krajinou je v tomto smere Macedónia, ktorá sa stala krajinou, kde prvotným záujmom pri prevoze nebezpečných vecí nie sú zisky. Po vysokom počte nehôd, vláda prijala množstvo opatrení a uvoľnila veľké množstvo prostriedkov k ochrane obyvateľstva. Macedónia kladie vysoký dôraz na znalosti zainteresovaných ľudí a ich vzdelávanie. Rada pre Macedóniu: *"Neprijímame žiadne omyly a kladieme veľký dôraz na školenia vychádzajúce z Európskych štandardov."* Pre niektorých je dovoz a vývoz z Macedónie až príliš prísny. Nielen cestná, ale aj železničná doprava sú dôkladne kontrolované a musia

spadať pod podmienky nariadenia špeciálneho Macedónskeho súdu. Fungovanie tohto programu si vyžaduje nielen vysokú znalosť terminológie oblasti nebezpečných vecí, ale primárne sleduje prevoz a preto vynakladá množstvo finančných prostriedkov na to, aby všetko fungovalo bez najmenších problémov [14].

Preprava nebezpečných vecí je čoraz aktuálnejšou témou vzhľadom na jej možné negatívne dopady na zdravie a životy ľudí, životné prostredie a nemalé straty na majetku, spôsobené dopravnými nehodami. Snaha znížiť tieto riziká viedla k prijatiu potrebných legislatívnych opatrení nielen na území ČR, ale i vo svete.

3.1 LEGISLATÍVA ČR

V ČR platí pre cestnú prepravu zákon č. 111/1994 Sb. [5], o silniční dopravě a vyhláška č. 478/2000 Sb. [15], ktorou sa prevádza zákon o silniční dopravě, v znení vyhlášky MD č. 281/2007 [16]. Preprave nebezpečných vecí v cestnej doprave je venovaná tretia časť zákona [5] § 22 a 23. Veľmi dôležitou je vyhláška Ministerstva zahraničných vecí č. 64/1987 Sb. [17], o Evropské dohode o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) a Sbírka mezinárodních smluv - Částka 9, sdělení č. 17/2011 Sb. [18], Dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (Dohoda ADR).

Ďalšími normami súvisiacimi s danou problematikou sú zákon č. 56/2001 Sb. [19], o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích; vyhláška č. 341/2002 Sb. [20], o schvalování technické způsobilosti vozidel a zákon č. 185/2001 Sb. [4], o odpadech. Nebezpečnými látkami alebo chemickými látkami vôbec sa zaoberá zákon č. 350/2011 Sb. [21], o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Tento zákon je prevádzaný:

- vyhláškou č. 402/2011 Sb. [22], o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí,
- vyhláškou č. 162/2012 Sb. [23], o tvorbě názvu nebezpečné látky v označení nebezpečné směsi,
- vyhláškou č. 163/2012 Sb. [24], o zásadách správné laboratorní praxe.

Dňa 31.12.2008 bolo vydané Nariadenie (ES) č. 1272/2008 [25] o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene nariadenia (ES) č. 1907/2006 (Nariadenie CLP). Vychádza z existujúcich predpisov v oblasti chemických látok a vytvára nový dosť odlišný systém klasifikácie a označovania

nebezpečných látok a zmesí. Toto nariadenie bolo už dvakrát novelizované. Prvou novelou je Nariadenie (ES) č. 790/2009 [26], ktoré vstúpilo v platnosť v decembri 2010. Druhou novelou je nariadenie Komisie (EÚ) č. 286/2011 [27], ktoré reaguje na novelu verzie United National resp. "GHS" z roku 2009, ktoré bude vstupovať postupne v platnosť najprv pre látky a následne pre zmesi. Nový predpis ES vyšiel vo forme „nariadenia“, teda je nadriadený chemickému zákonu [21] a jeho prevádzacím predpisom [22, 23, 24]. Novelizáciu súčasných predpisov ČR a nahradenie nariadením možno očakávať až od 1. júna 2015 [28].

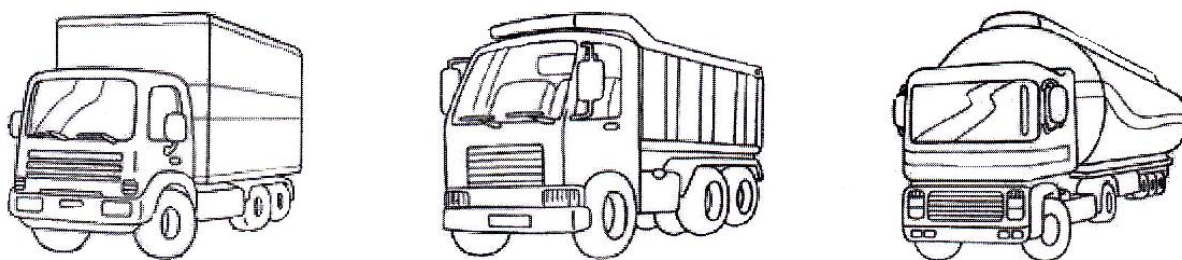
3.2 MEDZINÁRODNÁ DOHODA ADR

Európska dohoda o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných vecí bola zjednaná v Ženeve dňa 30. septembra 1957 a vstúpila v platnosť dňa 29. januára 1968. Dohoda bola pozmenená Protokolom pozmeňujúcim článok 14 (3), ktorý vstúpil do platnosti dňa 19. apríla 1985. Ide o dohodu medzi štátmi a neexistuje žiadny nadnárodný orgán, ktorý by mohol vynucovať jej dodržovanie. V praxi sú cestné kontroly uskutočňované zmluvnými stranami ADR a nedodržanie ich ustanovení môže viesť k uloženiu sankcie národnými orgánmi podľa ich vnútroštátnych právnych predpisov. Vlastná ADR [6] žiadne sankcie nestanovuje. K 1. 1. 2013 boli zmluvnými stranami ADR tieto štáty: Albánsko, Azerbajdžan, Belgicko, Bielorusko, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Česko, Čierna Hora, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Chorvátsko, Írsko, Taliansko, Kazachstan, Cyprus, Lichtenštajnsko, Litva, Lotyšsko, Luxembursko, Maďarsko, Macedónia, Maroko, Moldavsko, Nemecko, Nizozemsko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rakúsko, Rumunsko, Rusko, Grécko, Slovensko, Slovinsko, Spojené kráľovstvo Veľkej Británie a Severného Írska, Srbsko, Španielsko, Švédsko, Švajčiarsko, Tadžikistan, Tunis, Turecko a Ukrajina [29].

ADR [6] sa vzťahuje na prepravu prevádzanú po území minimálne dvoch z vyššie uvedených štátov. V záujme jednotnosti a voľného obchodu v Európskej únii (EÚ) boli prílohy A a B k ADR [6] prijaté členskými štátmi EÚ ako základ pre právnu úpravu cestnej prepravy nebezpečných vecí po ich území a medzi ich územiami (Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/68/ES [30] z 20. októbra 2008 o pozemnej preprave nebezpečných vecí). Aj niektoré nečlenské štáty EÚ prijali prílohy A a B k ADR [6] ako základ pre svoju vnútroštátnu legislatívu. Dohoda ADR má 2 prílohy (A, B) a tie majú celkovo 9 častí. Príloha A sa zaoberá všeobecnými ustanoveniami a ustanoveniami týkajúcimi sa nebezpečných látok a predmetov (7 častí) a príloha B ustanovením o dopravných prostriedkoch a o preprave - 2 časti [29].

3.3 FORMY PREPRAVY NEBEZPEČNÝCH VECÍ

Nebezpečné veci môžu byť prepravované v kusoch, k čomu slúžia uzavreté alebo otvorené vozidlá a kontajnery, a vozidlá a kontajnery s plachtou. Ďalšou možnosťou je prepravovať nebezpečné veci voľne ložené vozidlom pre voľne ložené látky (sklápačka), v kontajneroch s plachtou alebo v uzavretých kontajneroch. Poslednou variantou je preprava v cisternách: cisternovým kontajnerom, premiestniteľnou cisternou, snímateľnou cisternou, nesnímateľnou cisternou, batériovým vozidlom a MEGC [7].



Obrázok 1 Formy prepravy nebezpečných látok (zľava v kusoch, voľne ložené, v cisternách) [7]

3.4 VŠEOBECNÉ BEZPEČNOSTNÉ OPATRENIA

Účastníci prepravy nebezpečných vecí musia učiniť primerané opatrenia podľa povahy a rozsahu predvídateľných nebezpečenstiev tak, aby sa zabránilo vzniku škôd alebo zranení a aby sa v prípade potreby minimalizovali ich následky. Pokiaľ sa vyskytuje bezprostredné riziko priameho ohrozenia verejnej bezpečnosti, účastníci prepravy musia okamžite upovedomiť zásahové jednotky a musia im poskytnúť všetky informácie potrebné pre ich činnosť. ADR [6] rozdeľuje účastníkov prepravy nebezpečných vecí na hlavných a ostatných. K hlavným účastníkom patria odosielateľ, prepravca a príjemca a k ostatným účastníkom nakladač, balič, plnič, prevádzkovateľ cisternového kontajneru alebo premiestniteľnej cisterny a vykladač [6].

3.4.1 Povinnosti hlavných účastníkov

Každý osobe, ktorá sa zúčastňuje procesu prepravy nebezpečných vecí, stanovuje zákon č. 111/1994 Sb. [5] v súlade s dohodou ADR povinnosti, ktoré je nutné plniť.

Povinnosti odosielateľa

Osoba predávajúca nebezpečné veci k preprave je pri preprave nebezpečných vecí povinná v súlade s Dohodou ADR predávať dopravcovi riadne a úplne vyplnené sprievodné doklady, zatriediť a predať k preprave len tie nebezpečné veci, ktorých preprava je povolená a len vtedy, ak sú dodržané ustanovenia o spôsobe prepravy nebezpečných vecí. Odosielateľ je ďalej povinný dodržiavať ustanovenia o zákaze spoločnej nakládky, použiť k baleniu nebezpečných vecí len schválené a predpísané obaly, zatriediť, zabaliť a označiť kusy nebezpečných vecí nápismi a bezpečnostnými značkami či označiť kontajner bezpečnostnými značkami a označením vzťahujúcim sa k nákladu. Medzi ďalšie povinnosti odosielateľa patrí ustanoviť bezpečnostného poradcu pre prepravu nebezpečných vecí, zabezpečiť školenie ostatných osôb podieľajúcich sa na preprave a uschovať po dobu 2 rokov predpísané doklady [7].



Obrázok 2 Obaly pre prepravu nebezpečných vecí a ich značenie [31]

Povinnosti dopravcu

Dopravca je pri preprave nebezpečných vecí povinný v súlade s dohodou ADR zaistiť, aby v dopravnej jednotke boli pri preprave riadne a úplne vyplnené sprievodné doklady, aby pre prepravu nebezpečných vecí bola použitá dopravná jednotka k tomu spôsobilá a vybavená predpísanými dokladmi, aby prepravu prevádzkala iba osádka dopravnej jednotky zložená z držiteľov odpovedajúcich osvedčení a prevziať k preprave a prepravovať len nebezpečné veci, ktorých preprava je povolená. Ďalej je povinný zaistiť dodržanie ustanovení o nakládke, vrátane zákazov spoločnej nakládky, vykládky, manipulácie, zaistenia nákladu, prevádzky dopravnej jednotky a dozoru nad ňou. Taktiež musí zabrániť úniku látok

alebo poškodeniu prepravovaných vecí a neprevziať k preprave nebezpečné veci, ktoré majú poškodený alebo netesný obal. Jeho ďalšou povinnosťou je zaistiť, aby v prípade nehody alebo mimoriadnej udalosti členovia osádky vozidla vykonali opatrenia uvedené v písomných pokynoch pre vodiča vozidla. Dopravca je povinný prevádzať prepravu dopravnou jednotkou označenou bezpečnostnými značkami a označením vzťahujúcim sa k nákladu, prevziať k preprave len kontajner označenými bezpečnostnými značkami a označením vzťahujúcim sa k nákladu, používať dopravnú jednotku vybavenú predpísanou výbavou, dodržiavať ustanovenia o spôsobe prepravy nebezpečných vecí a vybaviť dopravnú jednotku hasiacimi prístrojmi. Je nutné, aby ustanovil bezpečnostného poradcu pre prepravu nebezpečných vecí a uschoval predpísané doklady po dobu 2 rokov [5].



Obrázok 3 Zľava zaistenie nákladu a skúšobná jazda so zabezpečeným nákladom [32]

Povinnosti príjemcu

Osoba zaistujúca vykládku nebezpečných vecí je pri preprave nebezpečných vecí povinná v súlade s Dohodou ADR [6] ustanoviť bezpečnostného poradcu pre prepravu nebezpečných vecí, dodržiavať ustanovenia o vykládke, čistení a dekontaminácii vozidla a zabezpečiť školenie ostatných osôb podieľajúcich sa na preprave. Rovnako ako odosielateľ a dopravca je príjemca povinný uschovávať predpísané doklady po dobu 2 rokov [7].

3.4.2 Vybavenie dopravných jednotiek

Doklady pre prepravu nebezpečných vecí

Okrem dokladov vyžadovaných inými predpismi musí byť dopravná jednotka vybavená týmito dokladmi:

- prepravnými dokladmi,
- písomnými pokynmi,

- preukazmi totožnosti s fotografiou každého člena osádky vozidla,
- osvedčením o schválení pre každú dopravnú jednotku alebo vozidlo tejto dopravnej jednotky,
- osvedčením o školení vodiča,
- kópiou schválenia príslušného orgánu [6].

Hasiace prístroje

Dopravná jednotka musí byť vybavená aspoň jedným prenosným hasiacim prístrojom pre triedy horľavosti A, B, C s obsahom najmenej 2 kg suchého prášku (alebo s odpovedajúcim obsahom inej vhodnej hasiacej látky) vhodným pre hasenie požiaru motoru alebo kabíny dopravnej jednotky. Okrem toho musí byť dopravná jednotka o:

- najväčšej povolenej hmotnosti maximálne 3,5 tony vybavená najmenej dvomi prenosnými hasiacimi prístrojmi s celkovým obsahom najmenej 4 kg.
- najväčšej povolenej hmotnosti, ktorá je väčšia ako 3,5 tony, maximálne však 7,5 tony, ktorá je vybavená minimálne dvomi hasiacimi prístrojmi, z ktorých aspoň jeden musí mať kapacitu najmenej 6 kg;
- najväčšej povolenej hmotnosti minimálne 7,5 t vybavená minimálne 2 hasiacimi prístrojmi s najmenšou celkovou kapacitou 12 kg, z ktorých aspoň jeden musí mať obsah najmenej 6 kg [6, 7].

Povinná výbava, výbava pre osobnú ochranu a dodatočná výbava

Každá dopravná jednotka, ktorou sú prepravované nebezpečné veci musí mať výbavu pre všeobecnú a osobnú ochranu podľa čísla vzorov bezpečnostných značiek naložených vecí. Čísla bezpečnostných značiek môžu byť identifikované z prepravných dokladov. K povinnej výbave prepravnej jednotky patrí:

- pre každé vozidlo základací klin, ktorého veľkosť odpovedá maximálnej hmotnosti vozidla;
- dva stojace výstražné prostriedky;
- kvapalina pre výplach očí

a pre každého člena osádky vozidla

- fluoreskujúca výstražná vesta;
- prenosná svietidlo z kovu, ktoré nemôže vyvolať iskrenie;
- pár ochranných rukavíc a ochrana očí (napr. ochranné okuliare) [6, 7].

K dodatočnej výbave požadovanej pre určité triedy patrí:

- pri preprave vo vozidle pre čísla bezpečnostných značiek 2.3 a 6.1 núdzová úniková maska pre každého člena osádky vozidla;
- lopata;
- tesnenie kanalizačných vpustí;
- zberná nádoba [6, 7].

4 ŠTATISTICKÉ ÚDAJE O PREPRAVE NEBEZPEČNÝCH VECÍ V JEDNOTLIVÝCH EURÓPSKYCH KRAJINÁCH

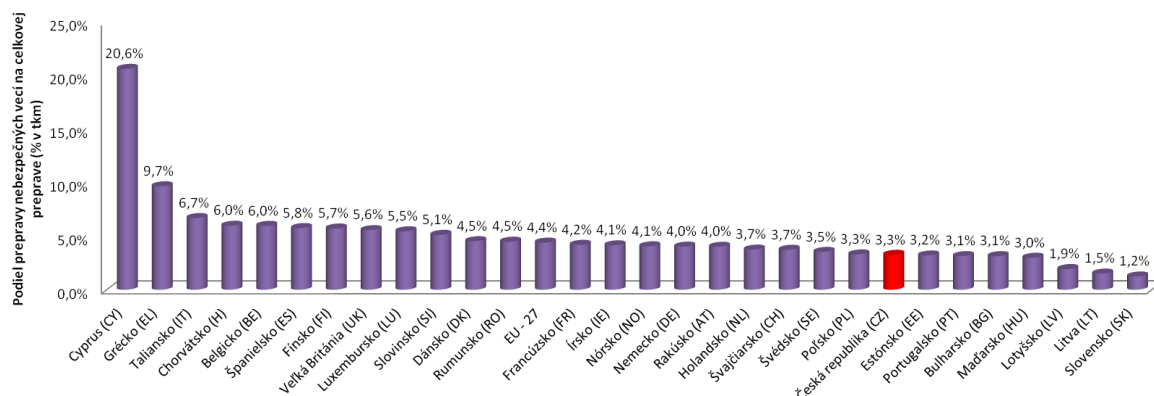
Štatistické údaje týkajúce sa priamo prepravy nebezpečných vecí sú spracovávané európskym štatistickým úradom Eurostat. Tieto dáta sú dostupné priamo na jeho stránkach a umožňujú porovnanie údajov medzi jednotlivými európskymi krajinami. Medzi najdôležitejšie sledované štatistické údaje patria údaje o celkových výkonoch v preprave nebezpečných vecí uvedené v tabuľke 2. Dáta sú zoradené podľa veľkosti celkového výkonu v jednotlivých krajinách za rok 2011 a sú uvádzané v mil. tkm.

Tabuľka 2 Preprava nebezpečných vecí v jednotlivých európskych krajinách

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EU - 27	81855	81814	84685	77688	78625	78066
Nemecko (DE)	13 717	12 834	13 616	12 961	12 853	13 028
Španielsko (ES)	12 700	12 671	12 605	11 253	11 643	11 908
Taliansko (IT)	10 777	11 392	11 151	11 270	11 342	9 556
Veľká Británia (UK)	7 380	7 812	9 229	6 965	8 157	8 157
Francúzsko (FR)	9 456	9 755	9 441	7 755	7 325	7 785
Poľsko (PL)	3 267	4 708	5 380	5 697	5 880	6 848
Holandsko (NL)	2 390	2 098	2 554	2 408	3 432	2 751
Grécko (EL)	3 085	2 228	3 144	3 283	2 708	1 989
Belgicko (BE)	2 203	2 191	1 904	1 832	1 853	1 973
Česká republika (CZ)	1 875	1 376	1 140	1 050	1 669	1 787
Fínsko (FI)	2 317	1 847	1 585	1 640	2 169	1 535
Švédsko (SE)	1 743	1 409	1 265	1 162	1 387	1 304
Rumunsko (RO)	2 559	2 057	1 782	2 250	1 369	1 182
Rakúsko (AT)	1 122	1 054	1 175	1 082	1 083	1 144
Portugalsko (PT)	2 046	1 979	1 846	1 480	938	1 143
Maďarsko (HU)	:	1 217	1 348	1 241	1 049	1 032
Slovinsko (SI)	571	631	662	668	607	842
Nórsko (NO)	931	1 454	1 018	976	1 321	778
Dánsko (DK)	933	620	1 256	1 015	772	730
Bulharsko (BG)	438	491	694	735	347	665
Chorvátsko (H)	:	:	668	493	481	533
Švajčiarsko (CH)	:	:	811	848	794	506
Luxembursko (LU)	445	468	337	359	413	482
Írsko (IE)	1 340	1 291	1 351	530	379	419
Slovensko (SK)	517	562	281	278	498	361
Litva (LT)	461	461	384	308	283	324
Lotyšsko (LV)	154	162	185	215	114	234
Cyprus (CY)	166	224	181	169	184	194
Estónsko (EE)	193	276	189	82	171	189

Zdroj: Eurostat [33]

Pri porovnaní celkových výkonov v preprave nebezpečných vecí medzi jednotlivými štátmi sú značné rozdiely. Tie sú spôsobené veľkosťou krajiny a rovnako aj celkovými objemami nákladnej prepravy. Nie je preto prekvapivé, že najväčšie celkové prepravné výkony nebezpečných vecí vykazuje Nemecko a za ním nasledujú Španielsko, Taliansko, Veľká Británia a Francúzsko. Česká republika sa nachádza približne v polovici tabuľky. Za posledných 5 rokov bolo v ČR prepravených cestnou dopravou priemerne 1 500 miliónov tonokilometrov nebezpečných vecí. V roku 2011 to bolo 1 787 miliónov tonokilometrov nebezpečných vecí, čo je nárast oproti roku 2010 o 7,2 %. V porovnaní s Nemeckom má Česká republika celkový prepravný výkon nebezpečných vecí 7,3x menší. Značné rozdiely medzi krajinami sa objavujú aj pri porovnávaní podielu prepravného výkonu nebezpečných vecí na celkovom prepravnom výkone. Tieto rozdiely sú zrejmé z grafu 1. Z neho vyplýva, že najvyšší podiel prepravy nebezpečných vecí na celkovej preprave mal v roku 2011 Cyprus (20,6 %) a naopak najnižší podiel bol na Slovensku (1,2 %). V Českej republike bol tento podiel v roku 2011 3,3 %, čo je pod priemerom EU-27, ktorý predstavoval 4,4 %.



Graf 1 Podiel prepravy NV na celkovej preprave v jednotlivých krajinách v roku 2011 [33]

Eurostat taktiež poskytuje štatistické informácie o prepravných výkonoch nebezpečných vecí tuzemskej a medzinárodnej prepravy. Česká republika je krajina zameraná na export, čo sa potvrdilo aj v tomto prípade. Podiel medzinárodnej prepravy nebezpečných vecí činí v ČR približne 56,1 %. Vyšší export má už len Luxembursko (90,3 %), Slovinsko (76,4 %), Litva (64,2 %) a Holandsko (60,3 %). Medzi krajiny s vysokým výkonom tuzemskej prepravy nebezpečných vecí (až nad 90 %) patria Cyprus, Grécko, Írsko, Švédsko, Francúzsko a Taliansko [33].

5 RIZIKÁ SPOJENÉ S PREPRAVOU NEBEZPEČNÝCH VECÍ

Všeobecne známou skutočnosťou je fakt, že cestná preprava nebezpečných vecí predstavuje zložitejší dopravný systém, než je tomu u bežných zásielok. Report UIRR 2011 uvádza, že pomer smrteľných nehôd v železničnej preprave je v porovnaní s cestnou dopravou v pomere 1:25. K tomuto obrovskému rozdielu prispieva fakt, že niektorí dopravcovia prepravujú nebezpečné veci a pritom nemajú žiadnu výbavu, nie sú preškolení a odosielatelia nevystavujú prepravné doklady. Mnohé firmy nezamestnávajú bezpečnostného poradcu z dôvodu nevedomosti alebo z dôvodu úspor [34, 35].

Aby bol nebezpečný náklad bezpečne a bez poškodenia dopravený na určené miesto, je nevyhnutná spolupráca všetkých účastníkov prepravy. Pre zaistenie bezpečnej prepravy je dôležité poznať dispozície nákladu, zvoliť vhodné balenie a dopravný prostriedok, vhodne použiť viazacie a zaistovacie prostriedky a vhodne uložiť náklad na vozidlo. Odhaduje sa, že až 25 % nehôd kamiónov možno prisúdiť nevhodnému zabezpečeniu nákladu, pričom k najčastejším príčinám patrí neznalosť problematiky, podcenenie situácie, predávanie zodpovednosti a šetrenie na nesprávnych miestach. K zlepšeniu situácie by mohlo prispieť zdieľanie zodpovednosti, školený personál, použitie kvalitných materiálov a používanie podporných prostriedkov pre zaistenie tovaru. Ďalšími možnosťami sú zlepšenie zručnosti šoférov tréningami, pravidelná údržba vozidla a produkcia bezpečnejších kamiónov. Je taktiež možné znižovať riziko plánovaním trasy [36, 37].

5.1 HLAVNÉ RIZIKÁ NEBEZPEČNÝCH LÁTOK PRI HAVÁRIÍ

Najväčším rizikom pri preprave nebezpečných vecí je ich únik. Každý únik nebezpečnej látky nesie so sebou určité nebezpečenstvo. Otázkou je však aktuálnosť a bezprostrednosť tohto nebezpečenstva. Je zrejmé, že najväčšie nebezpečenstvo a škody spôsobí únik látok, ktoré bezprostredne ohrozujú zdravie človeka a jeho okolia. Z hľadiska nebezpečnosti možno nebezpečné látky rozdeliť na:

- energetické (výbušné a horľavé látky)
- toxické (látky toxické pre človeka a látky ekotoxické) [38, 39].

Z nasledujúceho rozdelenia vyplýva, že najvýznamnejšie nebezpečné účinky látok pri haváriách sú výbušnosť, horľavosť a toxicita. Uvedené účinky nepredstavujú jediné nebezpečenstvo. Treba myslieť aj na reaktivitu látok, oxidačné vlastnosti a nemej dôležité je aj množstvo látky [38].

Medzi faktory ovplyvňujúce riziko prepravy nebezpečných vecí patria:

- celková intenzita dopravy,
- rozsah a počet prepráv nebezpečných vecí,
- vlastnosti prepravovaných nebezpečných vecí,
- parametre a technický stav pozemných komunikácií,
- technická úroveň a kapacita dopravných prostriedkov,
- kvalita posádok dopravných prostriedkov,
- miera a zraniteľnosť územia, poveternostné a klimatické podmienky,
- dostupnosť pomoci zo strany zložiek IZS, apod. [39].

Potlačenie vplyvu uvedených faktorov alebo ich obmedzenie na minimum vyžaduje dôkladnú analýzu, najlepšie kvantitatívnu [39].

5.2 VPLYV RIZÍK NA PREPRAVU NEBEZPEČNÝCH VECÍ

Bezpečnosť dopravy a jej kvalitu ovplyvňujú tri základné zdroje a to ľudský faktor, ktorý patrí k najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim bezpečnosť prepravy, nakoľko jeho činnosť má najväčší vplyv na vznik mimoriadnej udalosti; dopravný prostriedok a prostredie [38, 39].

5.2.1 Ľudský faktor

Pod pojmom ľudský faktor rozumieme každý subjekt, podieľajúci sa na procese prepravy nebezpečných vecí. Riziká pre jednotlivé subjekty sú nasledujúce [13]:

- Riziká na strane odosielateľa:
 - zámena nebezpečnej veci,
 - poškodenie nebezpečnej veci.
- Riziká na strane dopravcu:
 - výber nevhodného vozidla,
 - chybné označené vozidlo,
 - vozidlo bez predpísaného vybavenia,
 - neodborná osádka.
- Riziká na strane nákladcu a výkladcu:
 - nevhodné rozmiestnenie a upevnenie nákladu,
 - poškodenie vozidla, nebezpečnej veci,
 - neodborný (neskúsený) personál.

- Riziká na strane vodiča:
 - jazda mimo zvolenú trasu,
 - riziko dopravnej nehody a prípadného úniku NV,
 - neskúsený vodič.
- Riziko na strane príjemcu nebezpečných vecí:
 - žiadna alebo neúplná dekontaminácia vozidla.
- Riziko na strane bezpečnostného poradcu:
 - chybné informácie o manipulácii, bezpečnosti práce s nebezpečnými vecami, atď.

Za predpokladu, že boli splnené všetky požiadavky na zabezpečenie a realizáciu prepravy nebezpečných vecí, môže posádka dopravného prostriedku svojím jednaním či už pozitívne alebo negatívne ovplyvniť bezpečnosť prepravy najmä z hľadiska momentálneho negatívneho zdravotného stavu (horúčka, nevoľnosť, užitie liekov tlmiacich bolesť, apod.) a psychického stavu (rodinné problémy, časový stres, apod.). Dôležitú úlohu taktiež zohráva štýl riadenia vozidla v zákrute alebo pri prudkom brzdení, kedy je potrebné myslieť na skutočnosť, že zmena polohy ťažiska môže viesť k neovládateľnosti dopravného prostriedku a tým k vzniku nehody. Inak sa chovajú v takejto situácii prepravované kvapalné a inak pevné nebezpečné látky. Nemenej dôležitý je pre bezpečnosť a kvalitu prepravy vek obsluhy a jej praktické skúsenosti, apod. Na základe analýz rôznych mimoriadnych udalostí spojených s únikom prepravovaných nebezpečných vecí možno konštatovať, že hlavnou príčinou vzniku mimoriadnej udalosti je vedomé alebo nevedomé zlyhanie ľudského faktoru v ktorejkoľvek fáze manipulácie s nebezpečnými vecami, prepravu nevynímajúc [39].

Zdroje a príčiny chýb ľudského faktoru môžu byť nasledovné:

- neznalosť základných pravidiel manipulácie s nebezpečnými vecami z dôvodu nedostatočného oboznámenia a preskúšania,
- neznalosť nových poznatkov, pretože nedošlo k periodickému, prípadne doplňujúcemu školeniu v súlade s platnými zásadami o BOZP,
- precenenie svojich schopností, nedostatok znalostí a skúseností,
- časová tieseň, apod. [39].

Nedostatky sa však objavujú aj u osôb, ktoré boli riadne preškolené. Najčastejšie sa jedná o:

- nesprávnu voľbu obalu,
- nesprávnu voľbu druhu dopravy,

- nesprávna voľba vhodného dopravného prostriedku,
- nesprávne označenie obalu, prípadne dopravného prostriedku, bezpečnostnými značkami,
- chybná voľba trasy prepravy,
- neúplná zvláštna výbava vozidla,
- neúplná, prípadne chybná sprievodná dokumentácia,
- nesprávne umiestnenie a upevnenie (manipulačná jednotka obsahujúca nebezpečné veci na ložnej ploche dopravného prostriedku),
- nedodržanie bezpečnostných prestávok,
- nedodržanie stanovených pravidiel bezpečnosti prepravy (napr. prekročenie stanovenej rýchlosti, zákazu vjazdu, atď.) [38].

Z uvedeného vyplýva, že jedným z predpokladov minimalizácie uvedených chýb je zabezpečiť prípravu všetkých osôb, ktoré prichádzajú do styku s nebezpečnými vecami pri manipulácii, vrátane prepravy a to formou pravidelného a diferencovaného školenia podľa funkčného zaradenia a z toho vyplývajúcej zodpovednosti. Pri týchto školeniach sa kladie dôraz na zvýraznenie možných rizík a poukazuje sa na spôsob ich minimalizácie [38].



Obrázok 4 Príklad nehody vozidla prepravujúceho nebezpečné látky [40]

Pri preprave nebezpečných vecí zohrávajú dôležitú úlohu taktiež ľudia zodpovední za prípravu, realizáciu a kontrolu preprav nebezpečných vecí, prípadne na likvidácii následkov či už zo strany prepravcov, dopravcov alebo orgánov štátnej správy. Nemožno taktiež zabudnúť na účastníkov cestnej premávky - vodičov, chodcov, deti hrajúce sa v blízkosti pozemných komunikácií, po ktorých jazdia taktiež vozidla prepravujúce nebezpečné veci a ktoré môžu spôsobiť vznik mimoriadnej udalosti. Dôležitým faktorom je skutočnosť, že tento druh prepravy sa nedá vylúčiť zo života spoločnosti, prebieha v tesnej blízkosti veľkého množstva osôb, ktoré sa vôbec nepodieľajú na preprave nebezpečných vecí. Cestné tranzitné ťahy často vedú cez zaľudnené oblasti (mestá, dediny). Riziko je najmä v kvalite pripravenosti nezainteresovaných osôb na vznik mimoriadnej udalosti [39].

5.2.2 Dopravný prostriedok

Bezpečnosť prepravy nebezpečných vecí podstatným spôsobom ovplyvňuje vozidlo a to jednak svojou konštrukciou a rovnako aj prepravnými vlastnosťami. Preto je nevyhnutné venovať maximálnu pozornosť prevedeniu pravidelných ošetrovaní a stanovených technických prehliadok. Ak vozidlo spĺňa všetky kritéria na prepravu nebezpečných vecí, najväčšie nebezpečenstvo vzniku nehody a následnej havárie spojenej s únikom nebezpečných vecí predstavuje skrytá závada materiálu. V takomto prípade, osoba, ktorá obsluhuje dopravný prostriedok, nemôže vzniku mimoriadnej udalosti zabrániť a ani ju predvídať [39].

5.2.3 Prostredie

K prostrediu možno zaradiť celú škálu činiteľov, ktoré ovplyvňujú bezpečnosť prepravy nebezpečných vecí. Tie človek svojou činnosťou nemôže ovplyvniť, pretože sú na jeho konaní nezávislé. K prostrediu možno zaradiť:

- dopravné objekty (parametre, stav a kvalita jednotlivých dopravných prvkov dopravnej infraštruktúry),
- dopravné zariadenia (dopravné značenia, zabezpečovacie zariadenia),
- riadiace systémy v doprave (organizácia riadenia premávky, informačné systémy),
- právne predpisy v oblasti dopravy,
- okolie dopravných ciest (objekty rozptyľujúce pozornosť) [39].

Okrem uvedených faktorov existujú aj iné vplyvy, ktoré môžu pôsobiť na bezpečnosť prepravy nebezpečných vecí ako napr.:

- poveternostné podmienky (ľad, dážď, slnko),
- ročné obdobie (zima, leto),
- reliéf krajiny, zalesnenie a zástavba, apod.,
- prírodné pohromy (zemetrasenie, sopečná erupcia, povodne), apod. [39].

Niektoré z uvedených vplyvov je človek schopný predvídať (sopečná erupcia, zemetrasenie, atď.) a z hľadiska prepravy nebezpečných vecí prijať potrebné opatrenia k minimalizácii vzniku mimoriadnej udalosti, napr.:

- odkladom prepravy do miesta ohrozenia,
- výberom inej trasy prepravy,
- voľbou iného druhu dopravy atď. [39].

6 ANALÝZA NEHODOVOSTI

Nehody vznikajúce pri preprave nebezpečných vecí sú nepredvídateľné rovnako ako predpoklad ich nastania. Vo všeobecnosti majú tieto nehody najväčší dopad na obyvateľstvo, životné prostredie, dochádza k evakuáciám a ničeniu majetku. Výskyt nehôd a úmrtí na cestách ovplyvňujú viaceré faktory, medzi ktoré patrí dĺžka cestnej siete, druh vozidla, obyvateľstvo a regulácia bezpečnosti na cestách. Aj napriek dobrým bezpečnostným opatreniam pri preprave sa nehody stávajú a niekedy sú následky dosť zložité. Existuje empiricky dôkaz, že nehody sa stavajú viac v noci ako počas dňa [37, 41, 42, 43].

Autori [44, 45, 46, 47], ktorí sa vo svojich článkoch zaoberali analýzou frekvencie výskytu nehôd, poukazujú na skutočnosť, že v posledných rokoch dochádza k značnému nárastu v počte nehôd. Napr. štúdia z roku 1932 - 2004 ukázala, že v tomto období bolo 78 % nehôd a v poslednej dekáde 37 %. Výsledky ovplyvňujú prevažne dva faktory a to:

- nárast v prevoze nebezpečného nákladu (cestná a železničná preprava) a tiež
- lepší prístup k informáciám o nehodách [37, 44].

Od začiatku 20.st. až do júla 2004 sa počas prevozu nebezpečného nákladu cestnou a železničnou dopravou stalo 1 932 nehôd. Viac než polovica týchto nehôd sa stala na cestách (63 %). Najčastejšie sa jednalo o kolízie 78 %, požiare 28 %, explózie 14 % a plynové mraky 6 %. Konečné percento presahuje viac ako 100 %, pretože určitá nehoda sa môže vyskytnúť vo viacerých kategóriách naraz, napr. nehoda môže pozostávať z kolízie, následnej explózie a po nej vyvolať aj požiar. Percento kolízii bez následných udalostí (požiar, explózia a plynový oblak) je najvyššie, až 62 %. Vo všeobecnosti vzťah kolízia - požiar predstavuje 9,5 % prípadov. Naproti tomu vzťah kolízia - požiar - explózia len 0,6 % prípadov. Z toho vyplýva, že pri jednej z ôsmich kolízií dôjde k požiaru a jedna zo šestnástich kolízií - požiarov zapríčiňuje explóziu. Okamžitá explózia po nastaní kolízie nastáva v 1,5 % prípadoch. Požiar sa vyskytuje v 29 % prípadoch a jedna z pätnástich nehôd vedie ku vzťahu požiar - explózia [44].

Lokácia výskytu nehôd bola preverovaná na základe troch hľadísk. Prvým hľadiskom bola krajina, v ktorej sa nehoda stala, ďalším druh prepravy a posledným, tretím hľadiskom bol druh prepravnej tepny. Výsledkom bolo rozdelenie nehôd do troch kategórií vzhľadom na miesto, kde nastali:

1. USA, Kanada, Austrália, Japonsko, Nový Zéland, Nórsko;
2. EÚ;

3. a zvyšok sveta [44].

Viac ako polovica zaregistrovaných nehôd sa objavila v prvej kategórii, 35 % v druhej a iba 9 % v tretej. Najväčšiu nehodovosť vykazuje USA 47 %. Je to spôsobené skutočnosťou, že jeden z piatich kamiónov v USA preváža nebezpečné veci, pričom denne diaľnicami prejde až 800 000 kamiónov. V roku 1998 sa vyskytlo 13 smrteľných nehôd a 432 nehôd bolo klasifikovaných ako vážna nehoda. Veľmi vysokú nehodovosť má aj Veľká Británia a to 30 %. Nemecko a Francúzsko, ktorých chemický priemysel je veľkosťou podobný ako priemysel Veľkej Británie, majú oveľa menšie hodnoty nehodovosti [43, 44].

Z nehôd, ktoré sa stali na cestách najvyššie percento predstavuje nehodovosť na diaľniciach 81,4 %, na priechodoch a vedľajších cestách 7,6 % a nakoniec v tuneloch 3,3 %. Nehody, ktoré nastali v cestných tuneloch boli väčšinou zapríčinené nehodou na ceste (4 prípady) a 3 z nich mali smrteľné následky. Pri všetkých nehodách, ktoré nastali v tuneloch a vyvolali požiar bolo najväčším problémom hasenie ohňa kvôli dymu a v niektorých prípadoch oheň horel dokonca niekoľko dní [44].

Vzhľadom na analýzy 73,5 % nehôd na cestách a železniciach bolo zapríčinených ľudskou chybou. Po nich nasledovali mechanické zlyhania, externé dôsledky v súvislosti s ľudskými faktormi, ktoré spolu predstavovali viac ako 18 %. Preto sa ako hlavná nutnosť ukázal výcvik profesionálov zahrnutých v procese prepravy [44].

6.1 NAJVÝZNAMNEJŠIE MIMORIADNE UDALOSTI

K najvýznamnejším mimoriadnym udalostiam, ktoré súvisia s cestnou prepravou nebezpečných vecí, možno zaradiť mimoriadne udalosti uvedené v tabuľke 3. Ide o udalosti, ktoré sa stali v Španielsku, Mexiku, NSR, Thajsku, Keni a Konžskej demokratickej republike. Pri týchto nehodách došlo k usmrteniu alebo zraneniu osôb a v niektorých prípadoch aj k značným hmotným škodám. Niektoré z týchto udalostí si vyžiadali aj evakuáciu obyvateľstva. Detailný popis udalostí je uvedený v tabuľke [39].

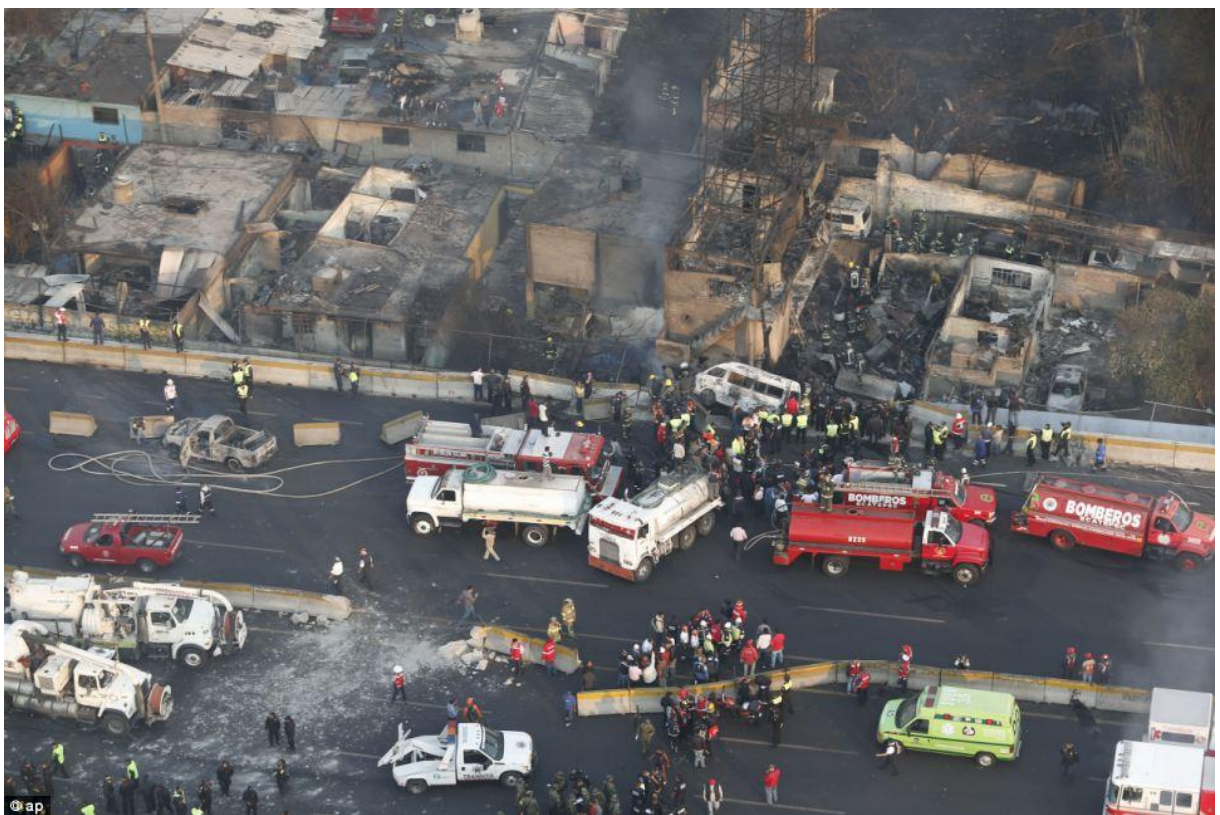
Tabuľka 3 Najvýznamnejšie mimoriadne udalosti v cestnej preprave

Dátum a miesto	Udalosť	Obete a škody
11. 7. 1978 kemp Los Alfaques (Španielsko)	Výbuch a požiar 22 t vysoko horľavého a skvapalneného propylénu po náraze vozidla do steny a následnej explózie nádrží zaparkovaných vozidiel a propán-butánových bômb v horiacich prívesoch.	215 usmrtených osôb 400 osôb zranených
4. 8. 1981 Monatanas (Mexiko)	Havária kamiónu vezúceho chlór.	28 usmrtených osôb 1 000 osôb prietrávených a 5 000 evakuovaných
8. 7. 1987 centrum mesta Nebroj (NSR)	Výbuch a požiar 28 t benzínu a 6 ton nafty po úniku poškodenej nádrže cisternového vozidla s prívesom.	50 osôb usmrtených 15 zničených budov škoda cca 50 miliónov mariek
15. 2. 1991 stred mesta Thai Mangu (Thaisko)	Explózia debien s dynamitom spôsobená odhodenou horiacou cigaretou pri prekládke z havarovaného na náhradne vozidlo.	127 usmrtených osôb cca 500 poškodených domov
31. 1. 2009 Molo (centrálna časť Keni)	Výbuch unikajúcej nafty z havarovaného cisternového vozidla.	111 usmrtených osôb 200 osôb zranených
2. 7. 2010 Sange (Konžská demokratická republika)	Výbuch cisternového vozidla s naftou po jeho prevrátení.	233 usmrtených osôb 110 osôb zranených
7. 5. 2013 Mexiko (predmestie hlavného mesta, štvrť Ecatepec)	Výbuch plynovej cisterny.	23 usmrtených osôb 26 zranených, pričom polovica z nich je vo vážnom stave 45 poškodených domov 16 áut zhorelo

Zdroj: Málek a Tomek, Novinky.cz [39, 48]



Obrázok 5 Havarovaná cisterna, Ecatepec, Mexiko [49]



Obrázok 6 Situácia po havárii, Ecatepec Mexiko [49]

Neoddeliteľnou súčasťou prepravy nebezpečných vecí po pozemných komunikáciách je preprava cez tunely, v ktorých dochádza k dopravným nehodám spôsobených väčšinou zrážkou dvoch a viacerých vozidiel, požiarom vozidla alebo nákladu po úniku paliva z havarovaných vozidiel. V prípade jazdy tunelom ide o špecifické riziko ohrozenia spôsobené jazdou v úzkom priestore a následky sú podstatne väčšie. Najvýznamnejšie nehody sú uvedené v tabuľke 4 [39].

Tabuľka 4 Najvýznamnejšie mimoriadne udalosti vozidiel prepravujúcich NV v tuneloch

Dátum a miesto	Udalosť	Obete a škody
3.11.1982 tunel Salanga (Afganistan)	Explózia a následný požiar vozidiel, spôsobený nárazom civilného cisternového vozidla do protiidúceho vojenského vozidla a následné uzavretie tunelu z oboch strán z dôvodu podozrenia útoku protivníkom.	cca 1000 až 2700 usmrtených osôb cca 30 zničených vozidiel
23.9.1988 tunel pri Palerme (Taliansko)	Explózia a následný požiar cisternového vozidla po náraze autobusu do cisterny zozadu.	5 osôb usmrtených 22 osôb ťažko zranených
23.3.1999 Diaľničný tunel pod Mont Blancom	Únik nafty z nádrže vozidla na výfuk a následný požiar vozidla, ktorý zachvátil aj ostatné vozidla (likvidácia požiaru trvala viac než 50 hodín).	42 osôb otrávených a zuhlňatých
29.5.1999 Tauernský tunel (Rakúsko)	Vznik a rozšírenie požiaru po dopravnej nehode nákladného vozidla, ktoré prepravovalo laky s iným vozidlom.	12 osôb usmrtených 66 osôb zranených 60 zničených vozidiel zrútené klenby tunelu

Zdroj: Málek a Tomek [39]

6.2 ANALÝZA NEHODOVOSTI V ČR

V ČR od roku 2003 došlo približne k 1 521 nehodám spojených s prepravou nebezpečných vecí, pričom k úniku došlo v cca 5,5 % prípadov. Zlyhanie vodiča bolo príčinou viac ako 90 % z nich. K trom najčastejším pochybeniam patria nedostatočná pozornosť venovaná riadeniu vozidla, nedodržanie bezpečnej vzdialenosti a neprispôsobenie rýchlosti stavu vozovky [50, 51].

Od roku 2009 dochádza k výraznému zníženiu počtu dopravných nehôd u vozidiel, kde preprava podlieha dohode ADR [6] na cca 100 ročne. Je otázkou, či došlo k skutočnému zníženiu počtu dopravných nehôd z dôsledku, že sa nestávajú alebo je to z dôvodu zvýšenia čiastky hmotnej škody na 100 000,- Kč s povinnosťou hlásiť dopravnú nehodu Polícii ČR. To ukáže až čas a porovnanie dopravných nehôd, kedy dochádza k úniku prepravovanej látky. Vo väčšine prípadov sa jedná o nehody cisterien prepravujúcich nebezpečné látky v kvapalnom skupenstve. Najčastejšie ide o havárie pri preprave pohonných hmôt, teda látok s UN 1203 (benzín alebo palivo pre zážihové motory) a UN 1202 (palivo pre vznetové motory alebo motorová nafta, vyhovujúca norme EN 590:2004 alebo plynový olej alebo olej vykurovací, ľahký, s bodom vzplanutia špecifikovaným v norme EN 590:2004) [50, 51, 52].

Pravdepodobnosť vzniku dopravnej nehody s účasťou ADR je na území ČR veľmi nízka. Táto skutočnosť značne súvisí s podielom prepravy nebezpečných vecí na celkovej nákladnej doprave, ktorá predstavuje podľa údajov z Eurostatu za rok 2011 len 3,3 %, čo je pod európskym priemerom [33].

Otázkou súčasnej bezpečnosti cestnej prepravy nebezpečných vecí na území ČR sa zaoberali Krejčí a Bambušek [52] z Centra dopravného výskumu. Navrhli zjednodušenú metodiku pre výpočet pravdepodobnosti vzniku dopravnej nehody, pomocou ktorej dospeli k nasledujúcim hodnotám. Priemerná prejdená vzdialenosť pri preprave nebezpečných vecí na jednu dopravnú nehodu je $L_{NEH_{ADR}} = 2,932$ mil. vozokilometrov a počet nehôd pri preprave nebezpečných vecí je $N_{NEH_{ADR}} = 0,341$ na milión vozokilomerov. Pravdepodobnosť, že nastane dopravná nehoda pri preprave nebezpečných na vzdialenosť jedného kilometra je $P_{NEH_{ADR}} = 0,0000341$ % [52].

Pri dopravných haváriách s únikom nebezpečných vecí možno vymedziť niektoré spoločné znaky:

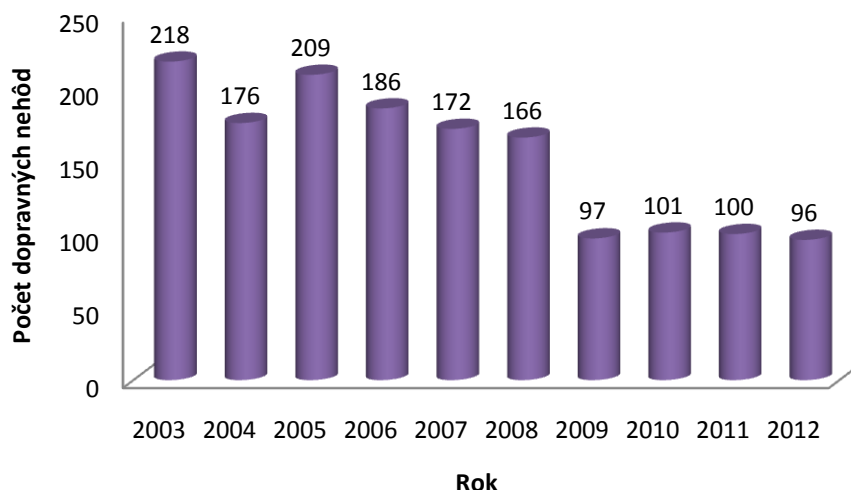
- rozsiahle deštrukcie prepravných obalov, ktoré vedú k rýchlym únikom celého prepravovaného množstva;
- zložitosť prístupu k miestu havárie;
- vzdialenosť miesta havárie od centier špecializovanej pomoci;
- nedostatočná vybavenosť prepravných trás zabezpečujúcimi zariadeniami;
- dopravná kongescia;
- ohrozenie zasahujúcich osôb (požiarmi, výbuchmi, toxicitou) apod. [53]

Tabuľka 5 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR
v ČR od roku 2003 do 2012

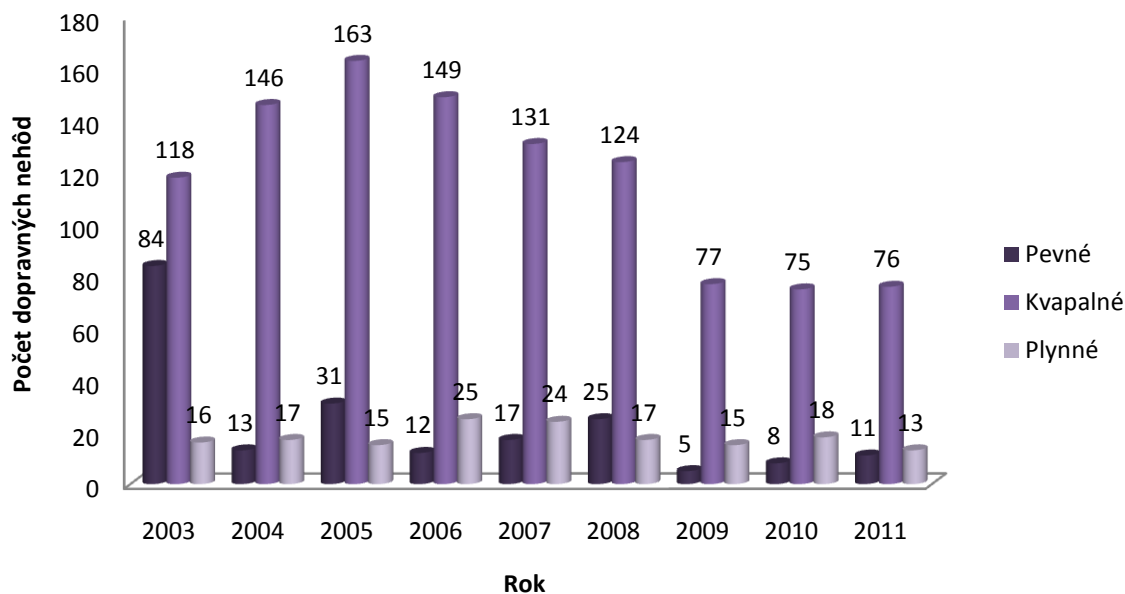
Rok	Počet dopravných nehôd pri preprave nebezpečných látok				Pri nehode došlo k úniku nebezpečných látok			
	Pevné	Kvapalné	Plynné	Celkom	pevné	kvapalné	Plynné	Celkom
2003	84	118	16	218	3	7	0	10
2004	13	146	17	176	1	10	0	11
2005	31	163	15	209	3	15	2	20
2006	12	149	25	186	0	5	0	5
2007	17	131	24	172	1	9	0	10
2008	25	124	17	166	0	5	1	6
2009	5	77	15	97	1	5	1	7
2010	8	75	18	101	1	4	0	5
2011	11	76	13	100	1	4	0	5
2012	-	-	-	96	2	3	0	5

Zdroj: Policané prezidium [50, 51]

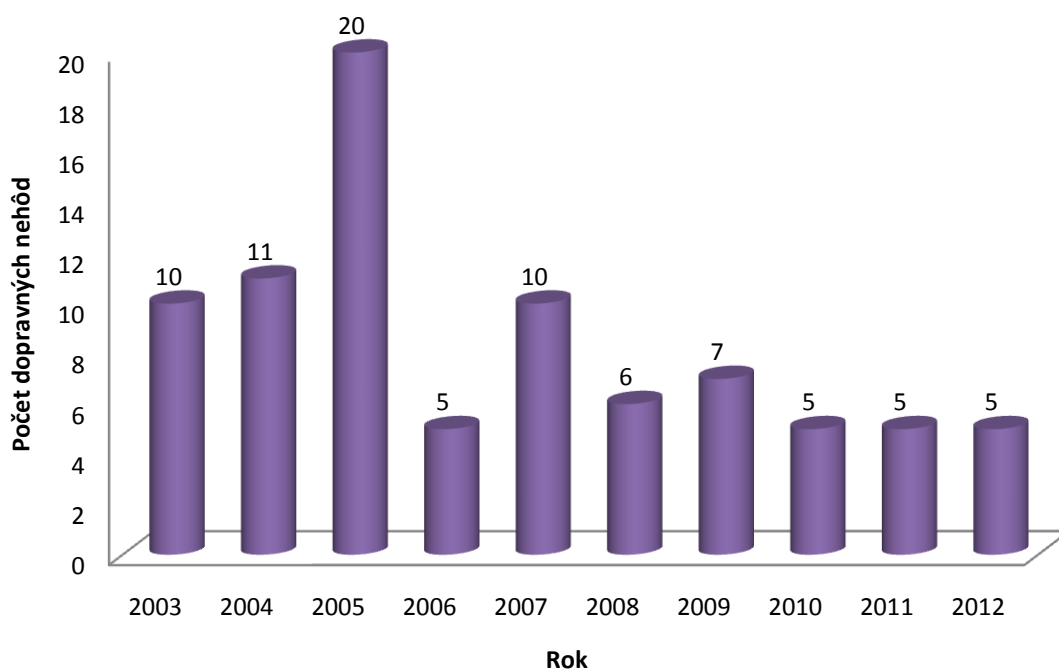
Pre väčšiu prehľadnosť boli štatistické údaje z tabuľky spracované pomocou grafov. V nich je znázornený vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR v jednotlivých rokoch a únik nebezpečných látok pri daných nehodách. Následne je poskytnutý súhrnný pohľad za celé sledované obdobie.



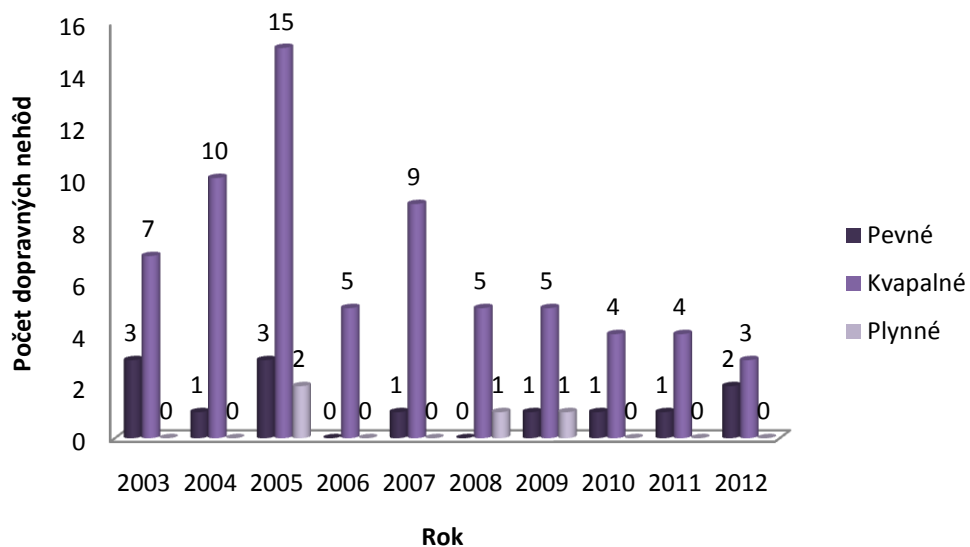
Graf 2 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR;
Zdroj dát: PČR



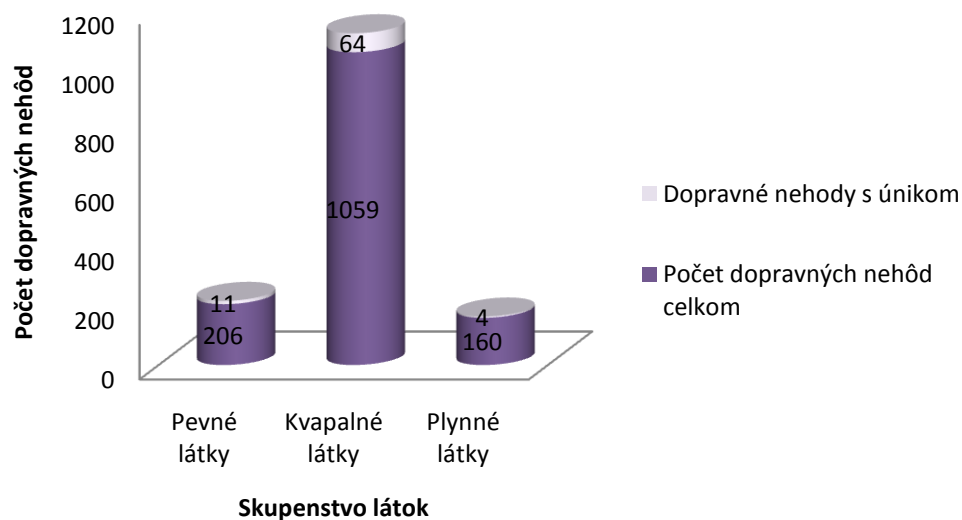
Graf 3 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR rozdelených podľa skupenstva látky; Zdroj dát: PČR



Graf 4 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR spojených s únikom nebezpečných vecí; Zdroj dát: PČR



Graf 5 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR spojených s únikom nebezpečných vecí podľa skupenstva látky; Zdroj dát: PČR

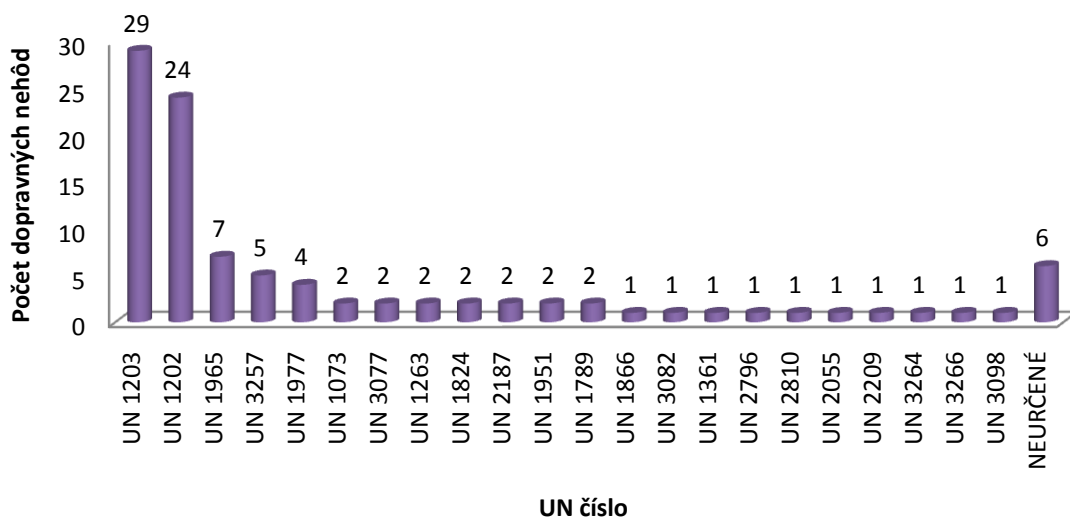


Graf 6 Súhrn dopravných nehôd podľa vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR podľa skupenstva látok 2003 - 2011; Zdroj dát: PČR

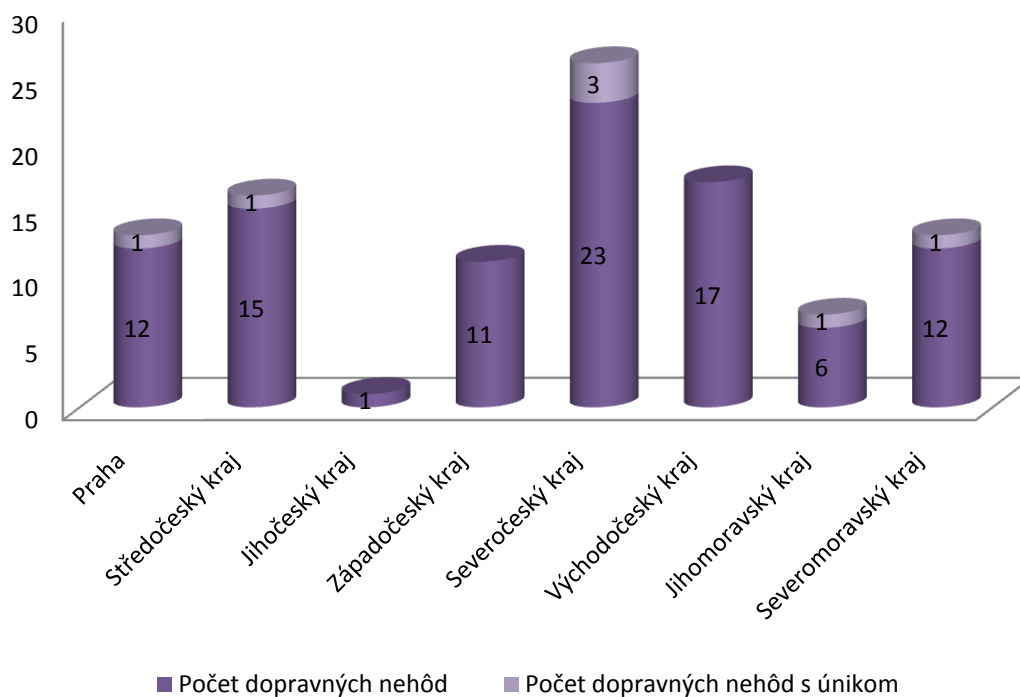
Rok 2009

V roku 2009 došlo pri preprave nebezpečných vecí celkom k 97 nehodám, pričom únik nastal pri 7 z nich. K najvyššiemu počtu nehôd došlo pri preprave látky s UN 1203 (benzín alebo

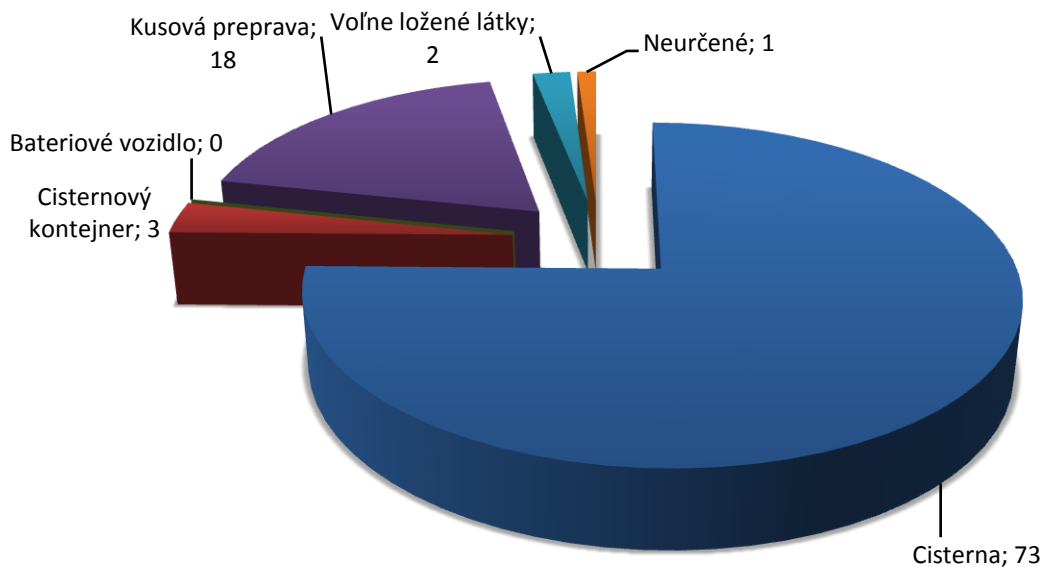
palivo pre zážihové motory). V 73 prípadoch sa jednalo o haváriu cisterny. Čo sa týka miesta nehody, najväčší počet nehôd sa stal v Severočeskom kraji.



Graf 7 Počet dopravných nehôd v roku 2009 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla



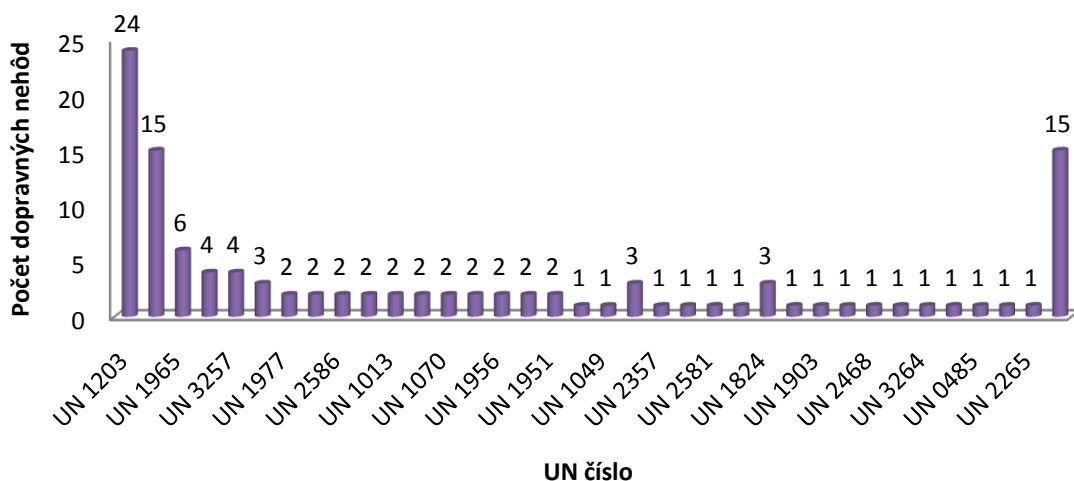
Graf 8 Dopravné nehody s účastou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2009; Zdroj dát: PČR



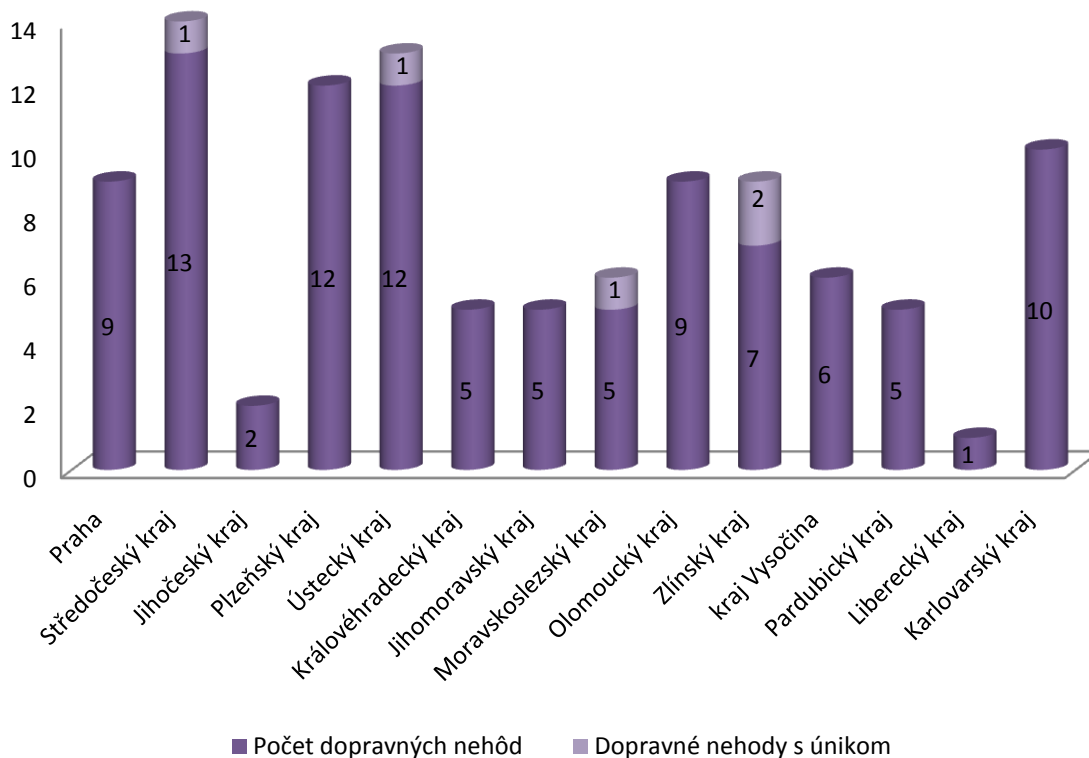
Graf 9 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2009; Zdroj dát: PČR

Rok 2010

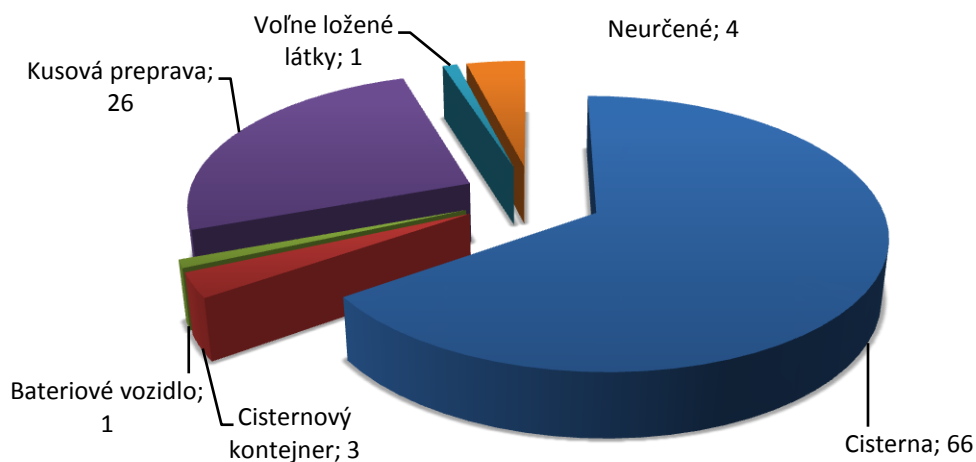
V roku 2010 došlo pri preprave nebezpečných vecí celkom k 101 nehodám, pričom únik nastal pri 5 z nich. K najvyššiemu počtu nehôd došlo pri preprave látky s UN 1203 (benzín alebo palivo pre zážihové motory). V 66 prípadoch sa jednalo o haváriu cisterny. Čo sa týka miesta nehody, najväčší počet nehôd sa stal v Stredočeskom kraji.



Graf 10 Počet dopravných nehôd v roku 2010 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla; Zdroj dát: PČR



Graf 11 Dopravné nehody s účast'ou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2010; Zdroj dát: PČR



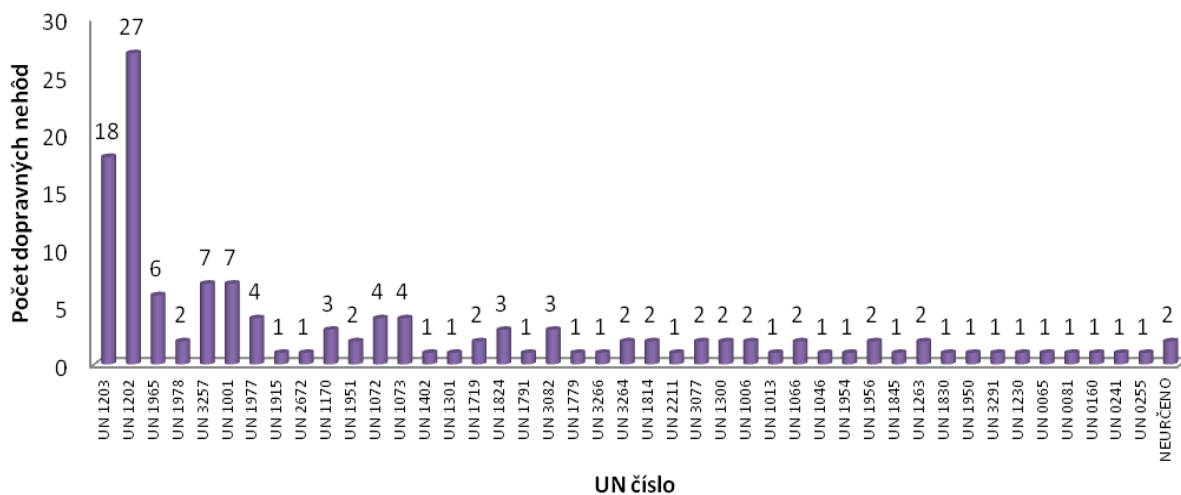
Graf 12 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2010; Zdroj dát: PČR

Jednou z nehôd bola nehoda cisternového vozidla prepravujúceho motorovú naftu z dňa 30. 6. 2010, ktorá sa stala po 21:00 hod na ceste I/150, medzi obcou Branka a Police. Vodič ťahača značky MAN s cisternovým návesom a s nákladom 34 ton motorových palív

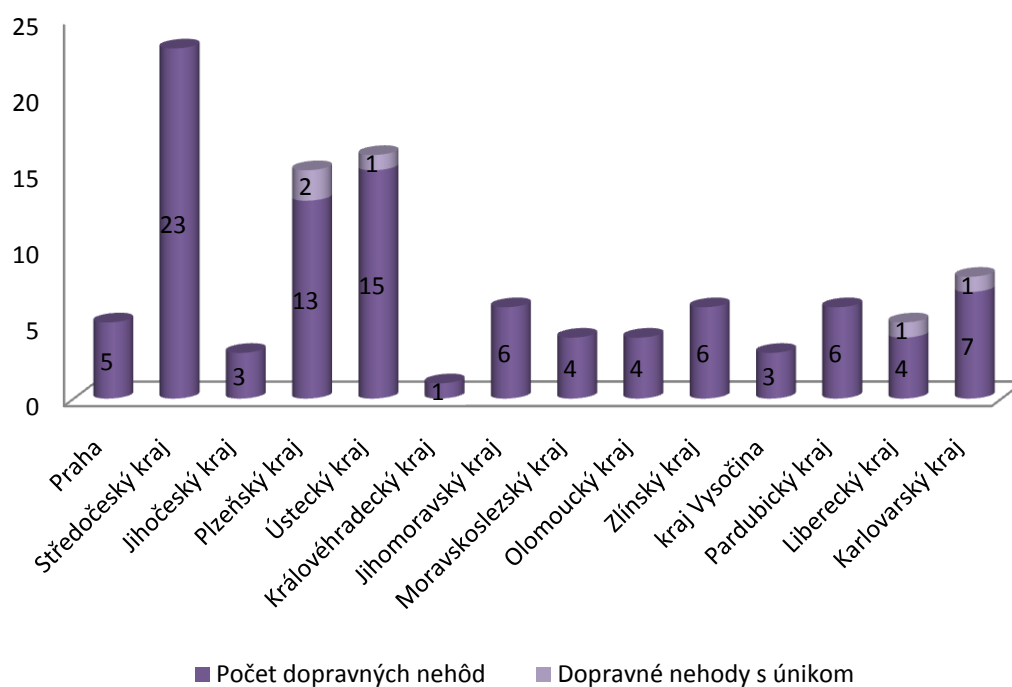
havaroval naprieč hlavným ťahom. Prevracajúcu sa cisternu spozoroval protiidúci vodič dodávky, ktorý sa snažil cúvaním zabrániť stretu, ku ktorému nakoniec došlo. Cisterna sa sunula po ceste až do úplného zastavenia. Ťahač zostal v priekope, náves ležal cez celú vozovku. Vodič cisterny a ani pasažieri dodávky neutrpeli žiadne zranenia. Z prevrátenej cisterny začala unikať nafta z tankov, ktorá sa von dostala hornými ventilmi. V jednom mieste bol poškodený plášť cisterny a dochádzalo k úniku paliva. Na mieste zasahovala jednotka profesionálnych hasičov z Valašského Meziříčí s jedným zásahovým vozom a jedným špeciálnym protichemickým kontajnerom. Pri zásahu bola taktiež jednotka dobrovoľných hasičov z Kunovic [54].

Rok 2011

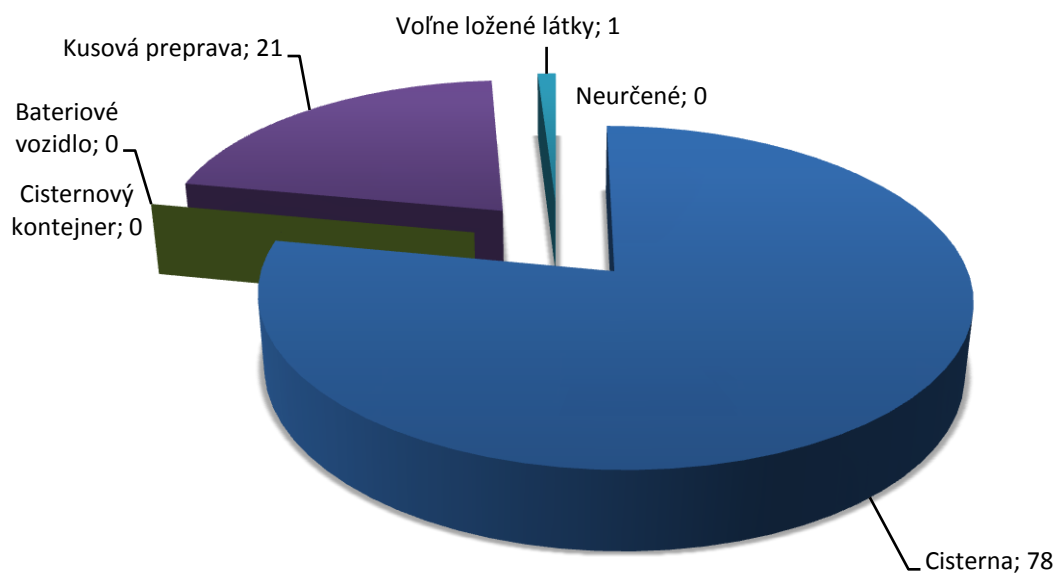
V roku 2011 došlo pri preprave nebezpečných vecí celkom k 100 nehodám, pričom únik nastal pri 5 z nich. K najvyššiemu počtu nehôd došlo pri preprave látky s UN 1202 (palivo pre vznietové motory alebo motorová nafta, vyhovujúca norme EN 590:2004 alebo plynový olej alebo olej vykurovací, ľahký, s bodom vzplanutia špecifikovaným v norme EN 590:2004). V 78 prípadoch sa jednalo o haváriu cisterny. Čo sa týka miesta nehody, najväčší počet nehôd sa stal v Stredočeskom kraji.



Graf 13 Počet dopravných nehôd v roku 2011 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla,
Zdroj dát: PČR



Graf 14 Dopravné nehody s účastou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2011; Zdroj dát: PČR



Graf 15 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2011; Zdroj dát: PČR

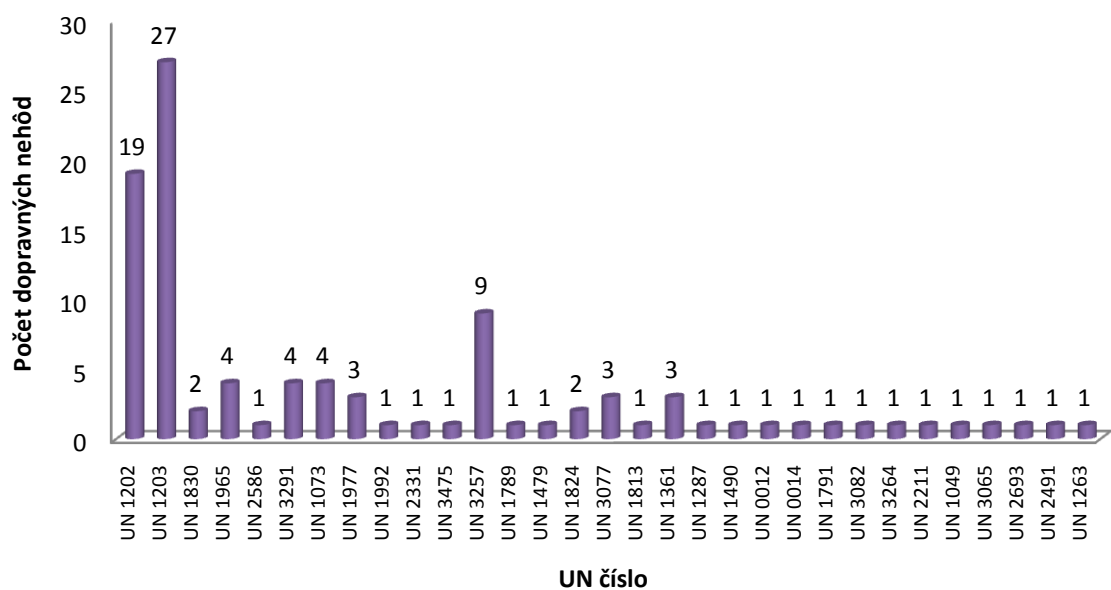
Rovnako ako v roku 2010, došlo 29. 4. 2011 v skorých ranných hodinách k nehode cisterny prepravujúcej naftu. Stalo sa tak na 242. kilometri rýchlostnej cesty R35 spojujúcej Olomouc s Mohelnicí. Nákladné vozidlo, idúce z Mohelnice smerom na Olomouc, prešlo po kolízií cez stredové zvodidlá do protismeru a prevrátilo sa nabok. Prevrátená cisterna pri nehode poničila dlhý úsek stredových zvodidiel a z prerazenej nádrže vytieklo približne 200 litrov nafty, ktoré museli hasiči likvidovať pomocou sorbentov. Vyprošťovanie sa pretiahlo na 8 hodín. Nákladné vozidlo musela prísť postaviť späť na kolesá špeciálna ťažká technika a navyše bolo potrebné riešiť zničené zvodidlá. Pri tejto nehode zasahovali 3 jednotky profesionálnych hasičov aj dobrovoľných hasičov z Litovle a Loštic [54].



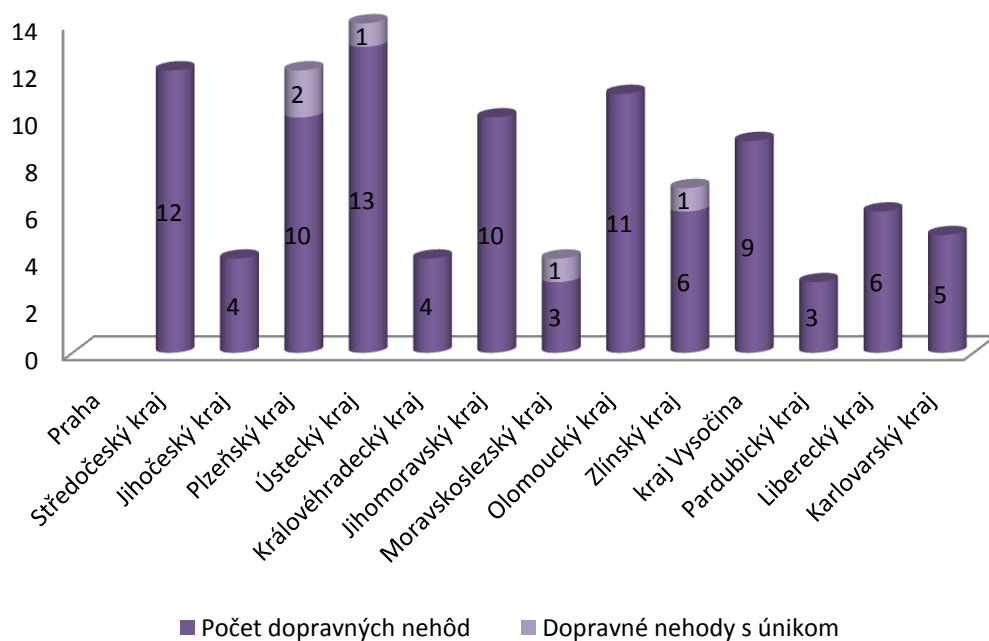
Obrázok 7 Poškodená cisterna po dopravnej nehode [55]

Rok 2012

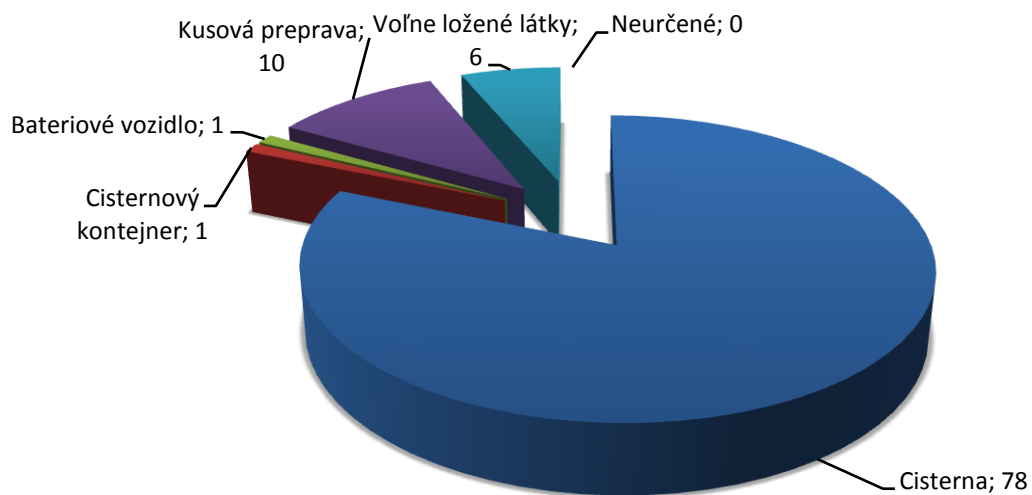
V roku 2012 došlo pri preprave nebezpečných vecí celkom k 96 nehodám, pričom únik nastal pri 5 z nich. K najvyššiemu počtu nehôd došlo pri preprave látky s UN 1203 (benzín alebo palivo pre zážihové motory). V 78 prípadoch sa jednalo o haváriu cisterny. Čo sa týka miesta nehody, najväčší počet nehôd sa stal v Ústeckom kraji.



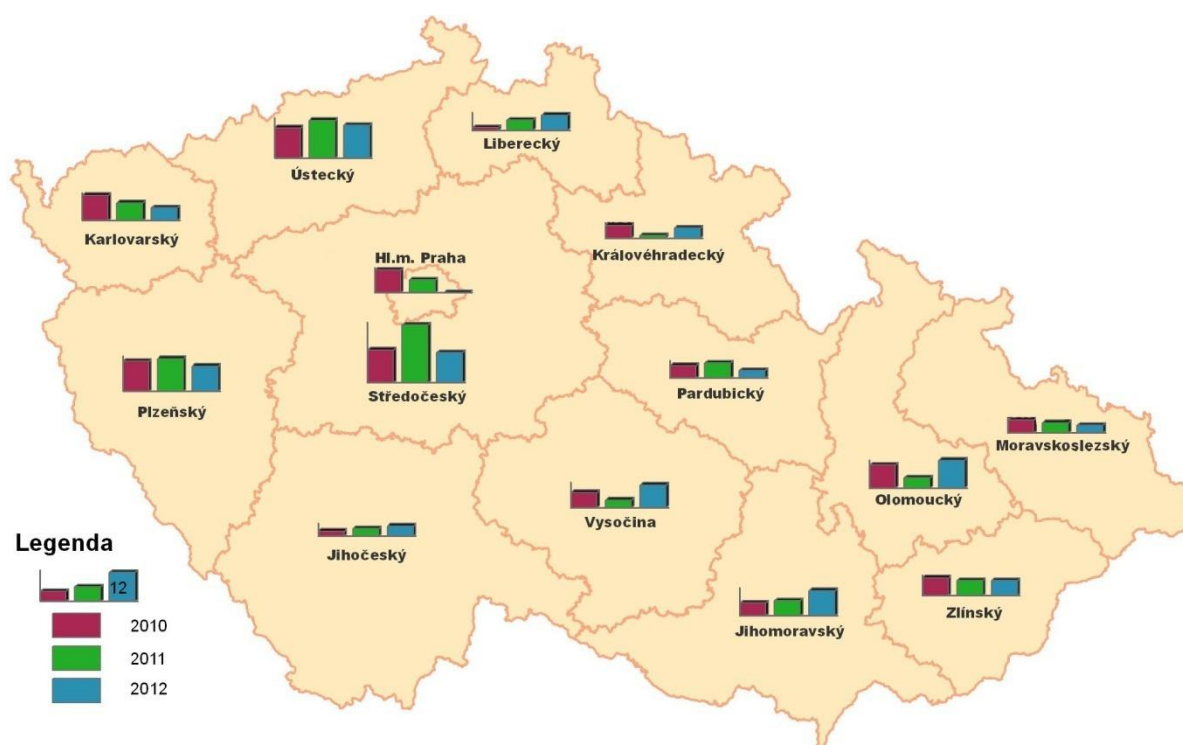
Graf 16 Počet dopravných nehôd v roku 2012 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla,
Zdroj dát: PČR



Graf 17 Dopravné nehody s účasťou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody
ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2012; Zdroj dát: PČR



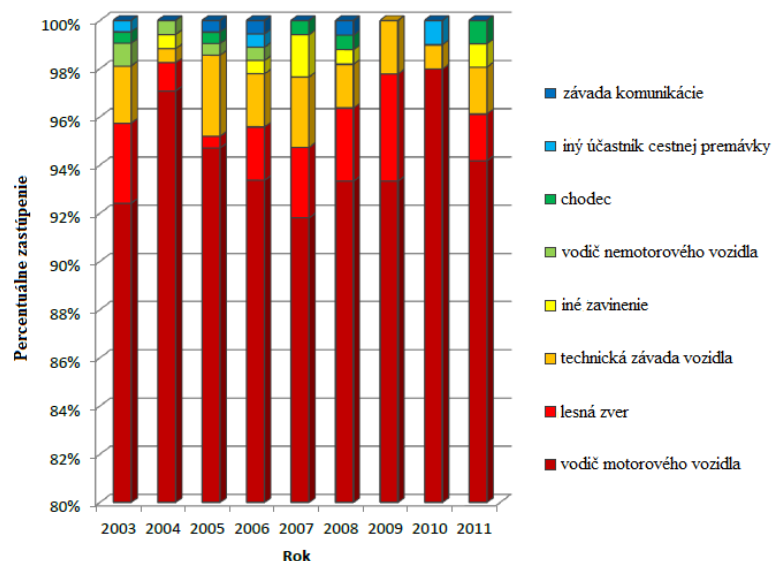
Graf 18 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2012; Zdroj dát: PČR



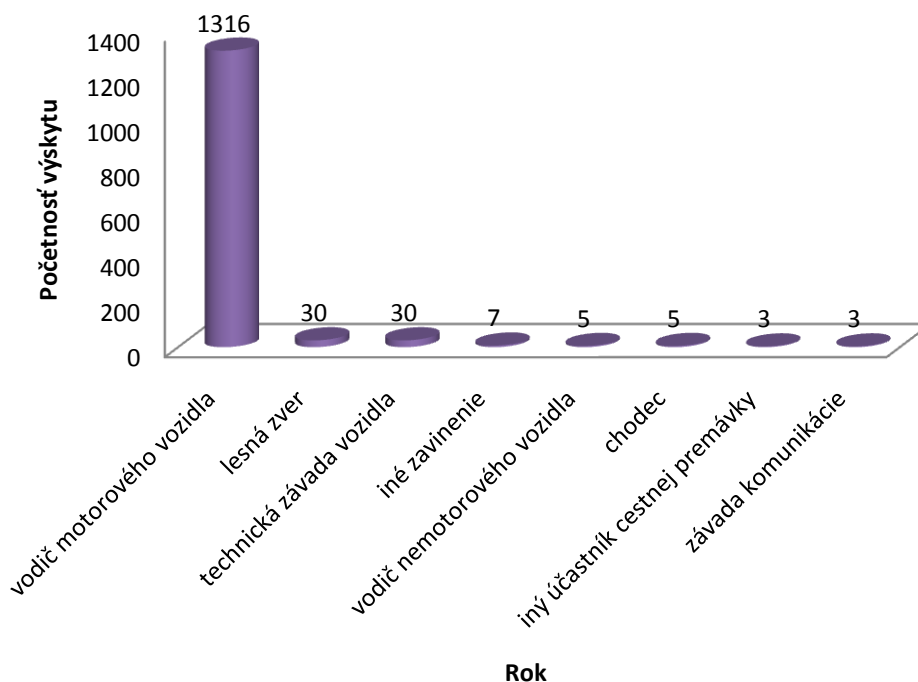
Obrázok 8 Vývoj nehodovosti v jednotlivých krajoch za rok 2010 - 2012; Zdroj dát: PČR

6.2.1 Príčiny dopravných nehôd

Pre stanovenie kritických miest je nevyhnutné poznať príčiny vzniku dopravnej nehody, ktorými môže byť zlyhanie vodiča prepravujúceho nebezpečné veci, ostatných účastníkov dopravnej nehody alebo iné. To umožňuje vytvoriť prehľad o klasifikácii dopravných nehôd a korigovať pre výpočet pravdepodobnosti vzniku rizikovej udalosti. Nakoľko Polícia ČR nevedela, či môže tieto informácie poskytnúť, boli údaje o príčinách dopravných nehôd prevzaté z predošlej diplomovej práce [13].



Graf 19 Príčiny dopravných nehôd - percentuálne zastúpenie v jednotlivých rokoch [56]



Graf 20 Počet jednotlivých zavinení v rokoch 2003 - 2011; Zdroj dát: PČR

6.2.2 Následky dopravných nehôd

Pre štatistické účely je možné následky dopravných nehôd rozdeliť nasledovne:

- usmrtenie účastníka (účastníkov),
- ťažké ublíženie na zdraví (ak doba práceneschopnosti prevýši 7 dní),
- ľahké ublíženie na zdraví (ak doba práceneschopnosti neprevýši 7 dní),
- hmotná škoda [50, 51].

Následky dopravných nehôd sú pre jednotlivé roky spracované v tabuľke 6. Z týchto údajov vyplýva, že za obdobie 2003 - 2012 bolo:

- usmrtených 39 osôb,
- ťažko zranených 75 osôb,
- ľahko zranených 247 osôb,
- a hmotná škoda dosiahla 305,1 mil. Kč [50, 51].

Rok 2012 je v danej štatistike neúplný, sú známe údaje iba za prvých 10 mesiacov.

Tabuľka 6 Následky dopravných nehôd

Rok	Počet dopravných nehôd pri preprave nebezpečných vecí - následky			
	Usmrtenie	Ťažké ublíženie na zdraví	Ľahké ublíženie na zdraví	Hmotná škoda
2003	6	10	33	26,7
2004	9	9	27	39,3
2005	6	8	35	42,4
2006	4	15	37	40,5
2007	3	8	22	30,7
2008	2	6	18	34,8
2009	1	2	19	13,9
2010	0	2	17	18,1
2011	8	6	23	33,3
2012	0	9	16	25,4

Zdroj: Policačné prezídium [51, 52]

7 ANALÝZA KRITICKÝCH MIEST PRI PREPRAVE NEBEZPEČNÝCH VECÍ V CESTNEJ DOPRAVE

Aj napriek tomu, že pravdepodobnosť vzniku nehody je na území ČR veľmi nízka, je nutné a potrebné poznať kritické miesta, v ktorých by vznik nehody mohol ohroziť obyvateľstvo, životné prostredie či dokonca kritickú infraštruktúru. Stanovenie kritických miest je kľúčovým predpokladom pre skvalitnenie prepravy nebezpečných vecí a zvýšenie bezpečnosti a minimalizácie škôd na zdraví, majetku a životnom prostredí.

7.1 AKTUÁLNY STAV RIEŠENIA KRITICKÝCH MIEST

Väčšina dostupných článkov [10, 37, 43, 46, 57] venujúcich sa preprave nebezpečných vecí sa zameriava na hľadanie bezpečnej cesty, teda cesty s najmenšou pravdepodobnosťou vzniku nehody a elimináciou rizík spojených s prepravou nebezpečných vecí. Samotným kritickým miestam sa venuje len pár z ďalej uvedených publikácií.

Z pohľadu minimalizácie rizika vzniku vážnych ekologických havárií bol vytvorený Autoatlas [58] so schválenými prepravnými trasami nebezpečných vecí a nebezpečných odpadov v Českej republike. Prepravné trasy boli najprv vytvorené pre severnú Moravu, neskôr pre strednú a južnú Moravu. Tieto mapy boli zostavené ako sumarizácia máp okresov v mierke 1 : 200 000 schválených príslušnými referátmi životného prostredia OkÚ. Nakoľko tieto mapy mali medzi prepravcami a dopravcami dobrý ohlas a osvedčili sa v praxi, boli postupne navrhnuté trasy pre zvyšok ČR. Vytýčené prepravné trasy rešpektujú ochranné pásma vodných zdrojov a únosnosť mostov (ak boli stanovené) a striktne vychádzajú z podkladov poskytnutých jednotlivými OkÚ [58].

Stanoveniu kritických miest na pozemných komunikáciách pri cestnej preprave nebezpečných vecí sa venuje vo svojom článku Brožová [13]. Tá kritické miesta navrhuje stanoviť z podkladov o dopravnej nehodovosti. K tomu je potrebné mať k dispozícii údaje o:

- mieste vzniku dopravnej nehody:
 - kategória pozemnej komunikácie,
 - číslo pozemnej komunikácie,
 - kilometer pozemnej komunikácie,
 - v akom smere došlo k dopravnej nehode
- čase vzniku dopravnej nehody (pomocou neho sa stanovia príčiny nehody):
 - zmeny intenzity dopravy počas dňa (týždňa),

- meniace sa rozhl'adové pomery v rôznych denných, ale aj ročných obdobiach,
- poveternostné podmienky,
- stav pozemnej komunikácie.
- príčinách vzniku dopravnej nehody (umožňuje vytvoriť prehľad o klasifikácii dopravných nehôd a korigovať pre výpočet pravdepodobnosti vzniku rizikovej udalosti),
- a účastníkoch dopravnej nehody (dôležitosť týchto informácií spočíva v predpoklade následkov týchto dopravných nehôd) [13].

Uvedené dáta o mieste, čase, príčine vzniku dopravnej nehody a účastníkoch dopravnej nehody musia byť podrobené analýze, z ktorej vyplynie napr. aké nehody budú a nebudú započítané a prečo. V článku ďalej upozorňuje, že každý úsek dopravnej siete je potrebné posúdiť z hľadiska prístupnosti pre prepravu nebezpečných vecí. Do úvahy je potrebné brať:

- kategóriu pozemnej komunikácie,
- intenzita dopravy vo vzťahu k navrhovanej kapacite úseku,
- technické parametre pozemnej komunikácie,
- nehodovosť na danom úseku,
- ostatné charakteristiky úseku (extravilán/intravilán, počet obyvateľov žijúcich v tesnej blízkosti, školy a zdravotnícke zariadenia [13].

Ďalší pohľad na kritické miesta z pohľadu životného prostredia prináša Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí "H&V index" [59]. Pomocou nej sa dá stanoviť zraniteľnosť vodného prostredia (povrchové vody, podzemné vody), pôdneho prostredia a biotickej zložky prostredia. Dopad na obyvateľstvo podľa hustoty, prípadnú úmrtnosť pri preprave nebezpečných látok rieši metóda IAEA-TEC-DOC-727 [60]. Metóda je definovaná technickým dokumentom č. 727 z roku 1996, ktorý je revidovaným vydaním (revízia č.1) dokumentu z roku 1993 vydaným Medzinárodným úradom pre atómovú energiu vo Viedni. Na riziko, ktoré predstavuje preprava nebezpečných vecí pre obyvateľstvo upozorňuje aj Příbyl [53]. Poukazuje na skutočnosť, že cestné tranzitné ťahy často vedú zaľudnenými oblasťami (mestami a dedinami).

Podľa zákona o provozech na pozemnej komunikaciích č.361/2000 Sb. [61] v platnom znení, existujú pre dopravné vozidlá prepravujúce nebezpečné látky a predmety po cestných komunikáciách určité dopravné obmedzenia tj. dopravné značky B-18 a B-19. Dopravná značka B-18, "Zákaz vjazdu vozidiel prepravujúcich nebezpečný náklad", zakazuje vjazd

vozidlám prepravujúcim výbušniny, ľahko horľavý alebo inak nebezpečný náklad a označeným podľa zvláštnych predpisov. Dopravná značka B-19, "Zákaz vjazdu vozidiel prepravujúcich náklad, ktorý môže spôsobiť znečistenie vody", zakazuje vjazd vozidlám prepravujúcim ropu alebo ropné materiály alebo iné látky, ktoré by mohli spôsobiť znečistenie vody (viď. príloha č. 1 vodného zákona [62] látky závadné vodám). Tieto značky boli v minulosti umiestňované na úsekoch pozemnej komunikácie pretínajúcich alebo vedúcich v blízkosti lokality ochranných pásiem vôd. V súčasnosti boli tieto značky posunuté k najbližšej križovatke (aby mohol dopravný prostriedok prípadne včas odbočiť) [6, 7].



Obrázok 9 Dopravné značka B-18 a B-19 [63]

Ďalším obmedzením pre vozidlá prepravujúce nebezpečné látky a predmety je prejazd tunelmi. Počas posledných rokov podiel prepravy nebezpečných vecí cestnými tunelmi vzrástol zo 40 % na 60 %. Tým došlo k zvýšeniu pravdepodobnosti nehody s účasťou nebezpečného nákladu. V prípade jazdy tunelom ide o špecifické riziko ohrozenia spôsobené jazdou v úzkom priestore. Vyriešiť túto situáciu zákazom prepravy nebezpečných látok tunelmi nie je možné, nakoľko by došlo k neúnosnému zvýšeniu ekonomických nákladov, k donúteniu prepravcov používať nebezpečnejšie komunikácie v horskom teréne alebo cez obývané sídliská. Zvýšená koncentrácia premávky a znížená možnosť prípadného zásahu záchranných zložiek sú hlavné faktory, ktoré tunely zaraďujú do kategórie nebezpečných stavieb [64].

Tunely sú radené podľa charakteristiky tunelu, odhadu rizika, vrátane možností a vhodností alternatívnych trás a spôsobov a riadenia premávky do kategórie A až E (viď. tabuľka 7). Kategorizácia musí vychádzať z predpokladu, že v tuneloch existujú tri hlavné nebezpečenstvá, ktoré môžu spôsobiť vysoké množstvo obetí alebo vážne poškodenie infraštruktúry tunelu:

- výbuchy;
- únik toxického plynu alebo prechavej toxickéj kvapaliny;
- požiare [6, 7].

Tabuľka 7 Kategórie tunelov

Kategória tunelu	Obmedzenie
A	Žiadne obmedzenia pre prepravu nebezpečných vecí
B	Obmedzenie pre nebezpečné veci, ktoré môžu viesť k veľmi silnému výbuchu + niektoré ďalšie vymenované veci
C	Obmedzenie pre nebezpečné veci, ktoré môžu viesť k veľmi silnému výbuchu, silnému výbuchu alebo veľkému úniku toxického látky + niektoré ďalšie vymenované veci
D	Obmedzenie pre nebezpečné veci, ktoré môžu viesť k veľmi silnému výbuchu, silnému výbuchu, veľkému úniku toxického látky alebo k veľkému požiaru + niektoré ďalšie vymenované veci
E	Obmedzenie pre všetky nebezpečné veci iné než UN 2919, 3291, 3331 a 3373. ADR 2013 dopĺňa <i>"a pre všetky nebezpečné veci v súlade s ustanoveniami kapitoly 3.4, pokiaľ prepravované množstvo prekračuje 8 ton celkovej (bto) hmotnosti na dopravnú jednotku."</i>

Zdroj: ADR 2013, Dekra automobil, a.s. [6, 7]

V legislatíve ČR v súčasnosti neexistuje jednotná metodika k stanoveniu príslušnej kategórie tunela. Na území ČR sú tuneli označené buď kategóriou A, teda bez obmedzenia pre ADR alebo kategóriou E - všetko zakázané. Z mapy na obrázku 11 a tabuľky 8 je zjavné, že vo všetkých tuneloch na sieti českých diaľnic a rýchlostných ciest vrátane tunelov na Pražskom okruhu (Lochkov, Cholupice) je preprava nebezpečných vecí povolená v plnom rozsahu [65].

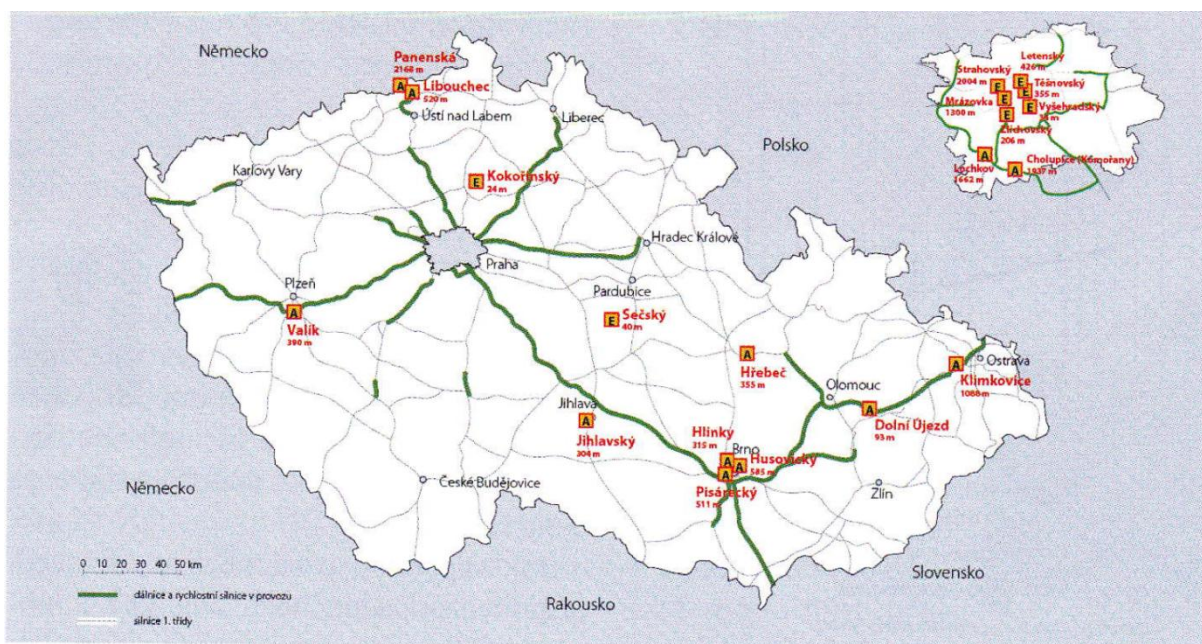


Obrázok 10 Vjazd do tunela kategórie E [66]

Tabuľka 8 Zoznam tunelov ČR a ich kategória podľa ADR

Názov	Dĺžka	Cesta	Trasa	Kategória tunelu
Blanka	5502	Praha – mestský okruh	Střešovice - Troja	?
Dolní újezd	98	R35	Olomouc – Lipník nad Bečvou	A
Hlinky	312	Brno – veľký mestský okruh	Len v smere Bauerova - Žabovreská	A
Hrabůvecký	56	D1	Lipník n. B. – Bělotín	A
Hřebečský	357	I/35	Moravská Třebová – Svitavy	A
Husovitský	585	Brno – veľký mestský okruh		A
Jihlava-Kosov	304	U/38	Jihlava (obchvat)	A
Klimkovice	1080	D1	Bílovec – Ostrava	A
Kokořinský	24	III/2733	Kokořín	E
Komořanský	1937	R1	Komořany - Cholutice	?
Královopolský	1258	Brno – veľký mestský okruh	Královo Pole – Žabovresky	?
Letenský	426	Praha	Letná	E
Liberecký	450	R35	Liberec	A
Libouchec	520	D8	Ústí n. L. - Petrovice	A
Lochkovský	1670	R1	Radotín - Lochkov	?
Mrázovka	1261	Praha – mestský okruh	Smíchov - Zlíchov	E
Panenská	2115	D8	Ústí n. L. – Petrovice	A
Pisárecký	512	Brno – pražská radiála		A
Prackovice	270	D8	Lovosovice – Ústí n. L.	?
Radejčín	620	D8	Lovosovice – Ústí n. L.	?
Sečský	40	II/343	Seč – Horní Bradlo	E
Strahovský	2005	Praha – mestský okruh	Smíchov – Střešovice	E
Tešnovský	450	Praha	Nové Město	E
Valík	380	D5	Obchvat Plzně	A
Vyšehradský	34	Praha	Vyšehrad	E
Zlíchovský	206	Praha – mestský okruh	Zlíchov	E

Zdroj: Nebezpečný náklad [66]



Obrázok 11 Tunely ČR a ich kategórie podľa ADR [65]

Pre niektoré tunely bola pred ich uvedením do prevádzky spracovaná analýza rizík prepravy nebezpečných nákladov (napr. tunely Panenská, Klimkovice). Pre povolenie prepravy boli vzaté v úvahu predovšetkým tieto aspekty: tunely sú vybavené modernými technológiami, ich prevádzka je monitorovaná a riadená, alternatívne obchádzkové trasy sú vedené po cestách nižších tried často prechádzajúcimi obcami (riziko nehody je tu vyššie) [65].

V Brne je preprava nebezpečných nákladov Husovickým tunelom, Pisáreckým tunelom a tunelom Hlinky povolená. Rovnako to je aj u mestských tunelov v Jihlave a Liberci. Nejedná sa však o dlhé tunely. Naopak v tuneloch nachádzajúcich sa vo vnútri Prahy je preprava nebezpečných nákladov celkom zakázaná z dôvodu hustej premávky, napr. v Mrázovke 45 tisíc vozidiel v priemernom pracovnom dni roku 2010. Do týchto tunelov je taktiež zakázaný vjazd vozidiel ťažších ako 12 ton pre snahu presunúť tranzitívnu kamiónovú dopravu z vnútorného mesta na Pražský okruh. Napriek tomu, že pražské komunikácie ponúkajú pomerne hustú sieť možných obchádzkových trás tunelov, nebolo by od veci prehodnotiť existujúci striktný zákaz a zaviesť miesto kategórie E miernejšie kategórie obmedzenia. To by iste uvítali napríklad prepravcovia nižších objemov nebezpečných vecí (napríklad zdravotný odpad a podobne) [64, 65].

7.2 NÁVRH KRITICKÝCH MIEST PRI PREPRAVE NEBEZPEČNÝCH VECÍ A ICH HODNOTENIE PRE VOĽBU NAJBEZPEČNEJŠEJ TRASY

Z vyššie uvedených údajov vyplýva, že o kritických miestach možno uvažovať z nasledujúcich pohľadov, a to:

- dopad na obyvateľstvo,
- ohrozenie životného prostredia,
- cestná infraštruktúra.

Cieľom hodnotenia je výber najbezpečnejšej trasy. Pri hodnotení sa kládol dôraz na ľahké získanie údajov napr. z bezpečnostných listov alebo máp a na jednoduchosť výsledku získaného hodnotením jednotlivých kritérií. Prepravné trasy musia rešpektovať ochranné pásma vôd, únosnosť mostov, kategorizáciu tunelov a nesmie sa jednať o cesty po ktorých je preprava nebezpečných látok zakázaná.

7.2.1 Kritické miesta z pohľadu dopadu na obyvateľstvo

Ako hodnotiace kritérium, pre posúdenie dopadu nehody vozidla prepravujúceho nebezpečný náklad na obyvateľstvo, bola zvolená celková možná veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy A_z . Podľa sprievodnej vyhlášky č. 540/2002 Sb. [67], v znení č. 640/2004 Sb. [68], k zákonu č. 151/1997 Sb. [69] o oceňovaní majetku sa pod pojmom zastavaná plocha rozumie plocha ohraničená ortogonálnymi (pravouhlými) priemetmi vonkajšieho líca zvislých konštrukcií všetkých nadzemných a podzemných podlaží do vodorovnej roviny. Izolačné prímurovky sa nezapočítavajú. Zastavanou plochou nadzemnej časti stavby sa rozumie plocha ohraničená ortogonálnymi priemetmi vonkajšieho líca zvislých konštrukcií všetkých nadzemných podlaží do vodorovnej roviny. Zastavanou plochou podzemnej časti stavby sa rozumie plocha ohraničená kolmými priemetmi vonkajšieho líca zvislých konštrukcií všetkých podzemných podlaží do vodorovnej roviny. Izolačné prímurovky sa nezapočítavajú.

K tomu, aby sme mohli určiť pre každú trasu celkovú veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy, A_{zn} je nutné poznať veľkosť zasiahnutej plochy A (tabuľka 9). Tá závisí od množstva a typu prepravovanej látky. V tabuľke 9 sú látky rozdelené podľa druhu nebezpečných vlastností (horľavosť, výbušnosť, toxicita) a podľa fyzikálnych a chemických vlastností. Zoznam látok, zaradených do jednotlivých skupín, je uvedený v prílohe **I**.

Tabuľka 9 Veľkosť zasiahnutej plochy podľa typu a množstva nebezpečnej látky

Veľkosť zasiahnutej plochy A podľa typu látky [ha] = 10 ⁴ m ²	Typ látky	Množstvo látky [t]			
		0,2 - 1	1 - 5	5 - 10	10 - 50
	Horľavá kvapalina s $p_{\text{pár}} < 30 \text{ kPa}$ pri 20 °C	-	-	-	0,2
	Horľavá kvapalina s $p_{\text{pár}} > 30 \text{ kPa}$ pri 20 °C	-	-	-	0,4
	Horľavý plyn skvapalnený tlakom	-	0,4	0,3	0,3
	Výbušniny v celku	0,2	0,8	0,8	3
	Výbušniny v baleniach	0,1	0,1	0,3	3
	Toxická kvapalina zdraviu škodlivá	-	-	-	0,02
	Toxická kvapalina Jedovatá	-	0,4	0,3	1
	Toxická kvapalina veľmi jedovatá	0,4	1,5	1	8
	Jedovatý plyn skvapalnený tlakom zdraviu škodlivý	0,1	0,4	0,3	8
	Jedovatý plyn skvapalnený tlakom jedovatý	1,5	1	8	30
	Jedovatý plyn skvapalnený tlakom veľmi jedovatý	1	8	30	300

Zdroj: IAEA [60]

Symbol (X) znamená takú kombináciu látka-množstvo, ktorá sa v praxi nevyskytuje. Symbol (-) znamená prakticky zanedbateľný účinok.

Veľkosť zasiahnutej plochy A sa preniesie do mapy s vyznačenými zastavanými plochami, čím sa okolo celej prepravnej trasy zobrazí hranica maximálne ohrozeného územia. Zastavané plochy, ktoré neležia v tomto území, nie sú ohrozené a ďalej sa nehodnotia. Pre zastavané plochy, ležiace v ohrozenom území, sa stanoví veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy $A_{z_n} i$. Celková možná veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy A_{z_n} sa vypočíta ako súčet jednotlivých zasiahnutých zastavaných plôch $A_{z_n} i$:

$$A_{z_n} = \sum_{i=1}^n A_{z_n} i \quad (1)$$

Trase s najmenším A_{z_n} sa priradí najvyšší počet bodov 10. Body b_n pre ostatné zastavané plochy ležiace v zasiahnutej ploche sa dopočítajú jednoducho trojčlenkou.

$$\frac{b_{O_n}}{10} = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_n}} \rightarrow b_{O_n} = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_n}} \cdot 10 \quad (2)$$

Keďže ohrozenie obyvateľstva je minimálne rovnako významné ako ohrozenie životného prostredia, počet bodov sa vynásobí číslom 4. Tým sa dosiahne 40 bodového ohodnotenia pre obyvateľstvo rovnako ako pre životné prostredie. Výsledný počet bodov B_{O_n} hodnotenia dopadu na obyvateľstvo dosiahneme zo vzťahu:

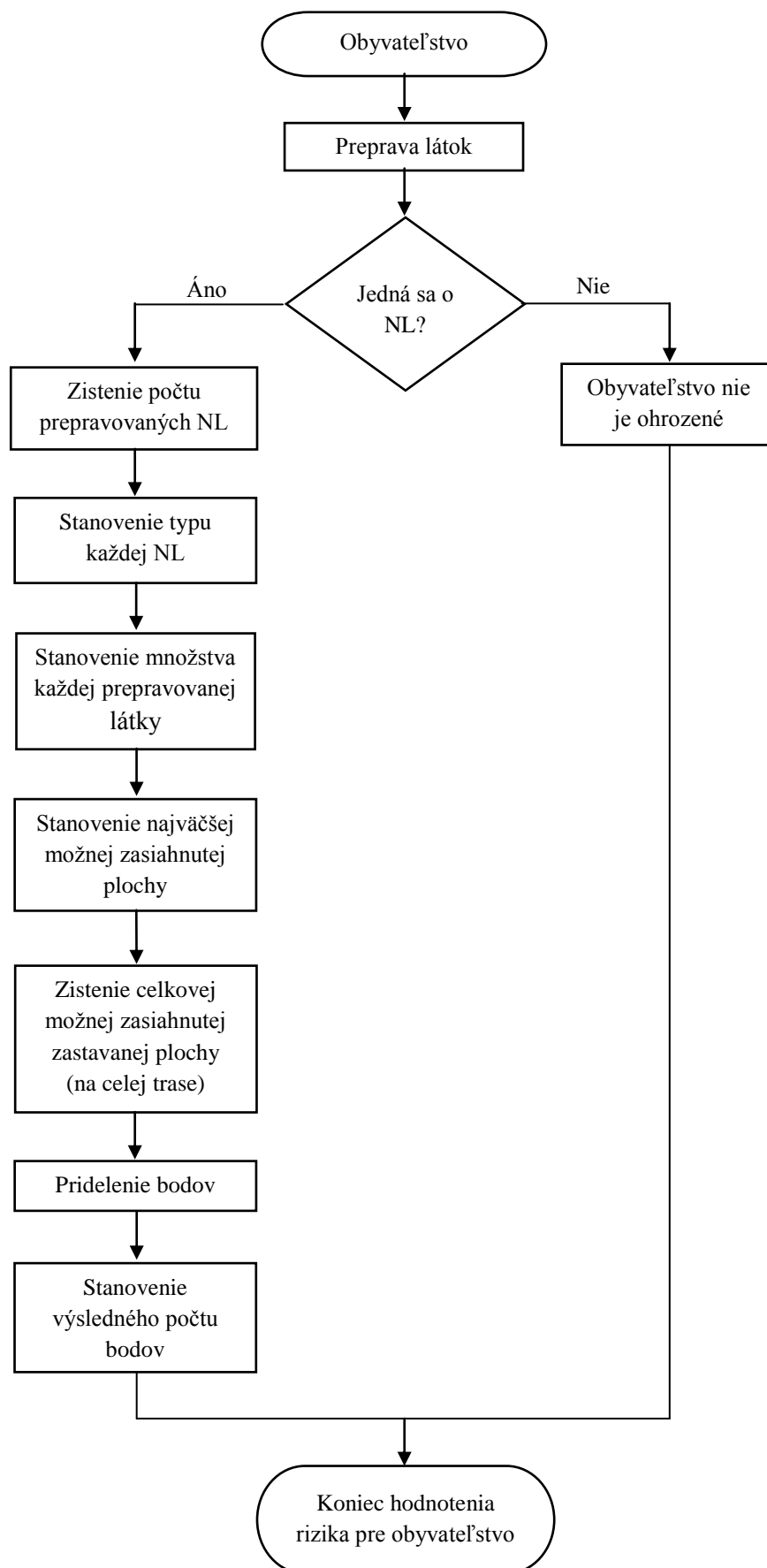
$$B_{O_n} = b_{O_n} \cdot 4 = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_n}} \cdot 10 \cdot 4 \quad (3)$$

V prípade, že bude prepravovaných viac látok naraz (napr. nafta, benzín), uprednostní sa najhorší možný scenár, teda vyberie sa látka s väčšou veľkosťou zasiahnutej plochy A ($A_{nafta} < A_{benzín}$; bude uvažovaná zasiahnutá plocha pre benzín). Výsledkom hodnotenia dopadu na obyvateľstvo bude tabuľka 10.

Tabuľka 10 Výstup hodnotenia dopadu na obyvateľstvo

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Celková veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy $A_{z_n} [\text{m}^2]$	$A_{z_1} = \sum_{i=1}^n A_{z_1} i$	$A_{z_2} = \sum_{i=1}^n A_{z_2} i$	...	$A_{z_n} = \sum_{i=1}^n A_{z_n} i$
Počet bodov b_{O_n} ($A_{z_n \min} = 10$)	$b_{O_1} = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_1}} \cdot 10$	$b_{O_2} = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_2}} \cdot 10$	...	$b_{O_n} = \frac{A_{z_n \min}}{A_{z_n}} \cdot 10$
Výsledný počet bodov B_{O_n}	$B_{O_1} = b_{O_1} \cdot 4$	$B_{O_2} = b_{O_2} \cdot 4$	...	$B_{O_n} = b_{O_n} \cdot 4$

Vývojový diagram 1 Grafické znázornenie priebehu hodnotenia rizika pre obyvateľstvo



7.2.2 Kritické miesta z pohľadu životného prostredia

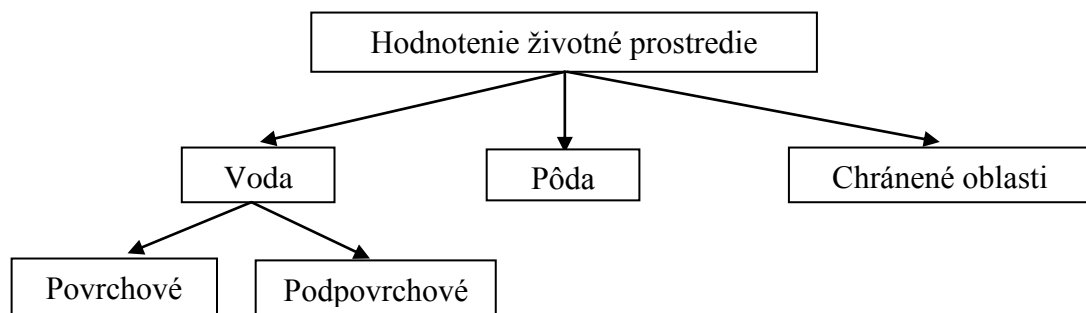
Životné prostredie je tvorené 3 zložkami:

1. Abiotické: ovzdušie, voda, horniny;
2. Abioticko-biotické: pôda;
3. Biotické: mikroorganizmy, rastliny, živočíchy, človek;



Obrázok 12 Havária cisterny [54]

Z pohľadu životného prostredia predstavuje preprava nebezpečných látok najväčšie riziko pre vodu, pôdu a chránené oblasti. Okrem veľkosti rizika, ktoré bolo jednotlivým typom zložiek životného prostredia pridelené podľa ich významnosti (viď. tabuľka 11, 13, 15), je nutné pri voľbe vhodnej cesty prihliadať aj na dĺžku trasy, ktorá nimi prechádza alebo ich počet.



Graf 21 Schematické znázornenie hodnotenia životného prostredia

Hodnotenie zraniteľnosti vody

Pre vodu predstavujú nebezpečenstvo látky (eko)toxické, ktoré sú charakterizované vetami R50, R51, R52, R53. Pri určení rizika pre vodu je dôležité si uvedomiť jej základné delenie na vodu povrchovú a vodu podpovrchovú. Rovnako ako pri hodnotení obyvateľstva, aj v tomto prípade je vhodné zobrazit' v mape ohrozené územie pomocou veľkosti zasiahnutej plochy A tzv. "buffru". Ak sa povrchová alebo podpovrchová voda nenachádza v ohrozenom území nie je ohrozená, teda $R_{VP} = 0$. Ohrozená povrchová a podpovrchová voda sa ďalej hodnotí. Pri posudzovaní rizika povrchových vôd bola zohľadnená skutočnosť, že rozhodujúcimi zdrojmi znečistenia sú vypúšťané odpadové vody (splaškové alebo zrážkové) [70]. Každému typu stojatej alebo tečúcej vody sa priradí veľkosť rizika R_{VP} podľa tabuľky 11.

Tabuľka 11 Veľkosti rizika R_{VP} u povrchových vôd

Ohrozená zložka životného prostredia		R_{VP}
Povrchová voda	Chránené vodohospodárske oblasti, povodia vodárenských tokov a vodárenské nádrže	5
	Bažiny (rašeliniská a slatiny)	4
	Vodné toky	3
	Jazerá, nádrže, rybníky	
	Opadkové vody	2
	Ostatné	1

Pre posúdenie bezpečnosti trasy je dôležitý počet kritických miest s povrchovou vodou a prípadne dĺžka trasy prechádzajúcej chránenými vodohospodárskymi oblasťami. Ak trasa ohrozuje napr. rieku na viacerých miestach naraz, tá sa započíta do hodnotenia len raz. Je potrebné zvážiť či ku kontaminácií pôdy môže vôbec dôjsť, napr. ak je látka prevážaná tunelom, nemôže predstavovať nebezpečenstvo pre vodu. Ohrozenie pre povrchové vody pre každú trasu sa vypočíta zo vzťahu:

$$T_{VP_n} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n l_{CHVO_n} + 4 \cdot N_B + 3 \cdot N_{JNR} + 2 \cdot N_{OV} + N_O \quad (4)$$

kde

$číslo$ veľkosť rizika pre povrchovú vodu R_{VP} (tabuľka 11);

l_{CHVO} dĺžka trasy prechádzajúca ohrozeným územím s chránenými vodohospodárskymi oblasťami, povodiami vodárenských tokov alebo s vodárenskými nádržami;

N_B počet bažín v ohrozenom území;

N_{VT} počet vodných tokov v ohrozenom území;

N_{JNR} dĺžka trasy prechádzajúca ohrozeným územím s jazerami, nádržami alebo rybníkmi;

N_{OV} dĺžka trasy prechádzajúca ohrozeným územím s odpadovými vodami;

N_O dĺžka trasy prechádzajúca ohrozeným územím s ostatnými typmi stojatých alebo tečúcich vôd;

Trase s najnižšou hodnotou ohrozenia povrchových vôd T_{Vp_n} je pridelených 10 bodov. Body B_{Vp_n} pre ostatné možné trasy sa dopyčítajú trojčlenkou:

$$\frac{B_{Vp_n}}{10} = \frac{T_{Vp_{nmin}}}{T_{Vp_n}} \rightarrow B_{Vp_n} = \frac{T_{Vp_{nmin}}}{T_{Vp_n}} \cdot 10 \quad (5)$$

Výstupom hodnotenia zraniteľnosti povrchových vôd je tabuľka 12.

Tabuľka 12 Výstup hodnotenia zraniteľnosti povrchových vôd

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Celková dĺžka trasy l_{Vp_n} [km]	l_{Vp_1}	l_{Vp_2}	...	l_{Vp_n}
Počet bodov B_{Vp_n} ($l_{Vp_{nmin}} = 10$)	$B_{Vp_1} = \frac{l_{Vp_{nmin}}}{l_{Vp_1}} \cdot 10$	$B_{Vp_2} = \frac{l_{Vp_{nmin}}}{l_{Vp_2}} \cdot 10$	...	$B_{Vp_n} = \frac{l_{Vp_{nmin}}}{l_{Vp_n}} \cdot 10$

Pravdepodobnosť zraniteľnosti povrchových vôd je omnoho vyššia, než vôd podpovrchových. Zraniteľnosť podpovrchových vôd závisí od horninového prostredia. Nakoľko sú podzemné vody významným zdrojom pitnej vody, prírodných minerálnych vôd a prírodných liečivých vôd, bol pri určení rizika R_{Vpp} zohľadnený ich stupeň ochrany podľa vodného zákona a zákona č. 164/2001 Sb. V súčasnej dobe sú zároveň v platnosti ochranné pásma podzemných vôd s niekdajším názvom Pásma hygienickej ochrany, stanovené podľa dnes už neplatných legislatívnych zákonov, nakoľko tieto rozhodnutia neboli časovo obmedzené ani zrušené. Preto boli rovnako zahrnuté do hodnotenia.

Tabuľka 13 Veľkosť rizika R_{Vpp} u podzemných vôd

Ohrozená zložka životného prostredia	Ochrana podzemných vôd	R_{Vpp}
Podzemná voda	OP I. stupňa alebo PHO I. stupňa	5
	OP II. stupňa alebo PHO II. stupňa	4
	PHO III. stupňa	3
	CHOPAV	2
	OP nevyhlásené	1

Pri výbere najbezpečnejšej trasy zohráva úlohu dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s podzemnými vodami. Jej celkovú dĺžku dostaneme obdobným spôsobom ako u vôd povrchových:

$$l_{Vppn} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n l_{OP_I_n} + 4 \cdot \sum_{i=1}^n l_{OP_II_n} + 3 \cdot \sum_{i=1}^n l_{PHO_III_n} + 2 \cdot \sum_{i=1}^n l_{CHOPAV_n} + \sum_{i=1}^n l_{\emptyset} \quad (6)$$

kde

<i>číslo</i>	veľkosť rizika pre povrchovú vodu R_{Vpp} (tabuľka 13);
l_{OP_I}	dĺžka trasy prechádzajúca OP I. stupňa vyhláseným podľa vodného zákona alebo zákona č. 164/2001 Sb, prípadne PHO I. stupňa;
l_{OP_II}	dĺžka trasy prechádzajúca OP II. stupňa vyhláseným podľa vodného zákona alebo zákona č. 164/2001 Sb, prípadne PHO II. stupňa
l_{PHO_III}	dĺžka trasy prechádzajúca PHO III. stupňa;
l_{CHOPAV}	dĺžka trasy prechádzajúca CHOPAV;
l_{\emptyset}	dĺžka trasy prechádzajúca ohrozeným územím s nevyhláseným ochranným pásmom.

Trase s najnižšou hodnotou l_{Vppn} je pridelených 10 bodov. Body B_{Vppn} pre ostatné možné trasy sa dopočítajú trojčlenkou:

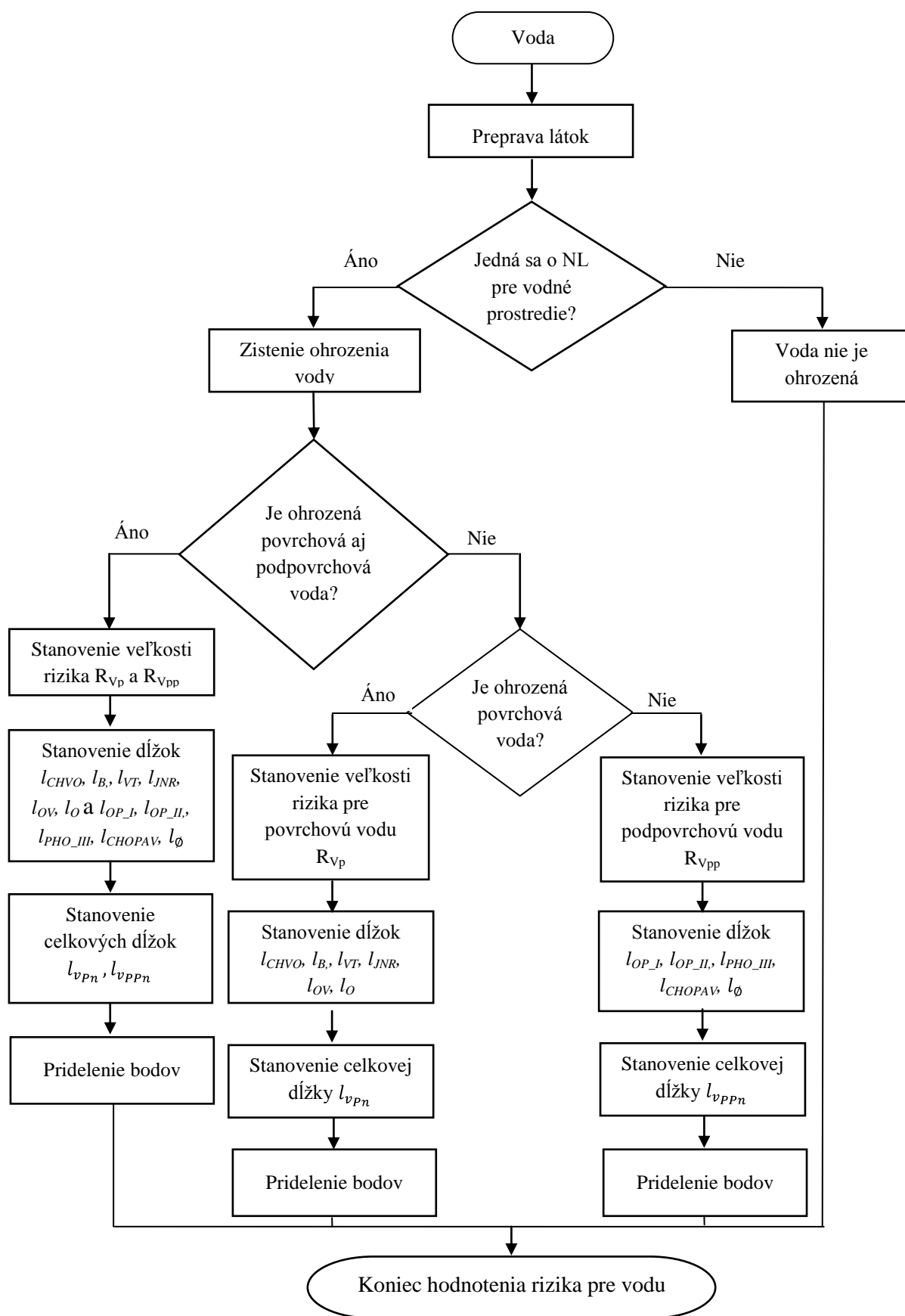
$$\frac{B_{Vppn}}{10} = \frac{l_{Vppnmin}}{l_{Vppn}} \rightarrow B_{Vppn} = \frac{l_{Vppnmin}}{l_{Vppn}} \cdot 10 \quad (7)$$

Výstupom hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd je tabuľka 14.

Tabuľka 14 Výstup hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Celková dĺžka trasy l_{Vppn} [km]	l_{Vp_1}	l_{Vp_2}	...	l_{Vp_n}
Počet bodov B_{Vppn} ($l_{Vppnmin} = 10$)	$B_{Vpp_1} = \frac{l_{Vppnmin}}{l_{Vpp_1}} \cdot 10$	$B_{Vpp_2} = \frac{l_{Vppnmin}}{l_{Vpp_2}} \cdot 10$	...	$B_{Vpp_n} = \frac{l_{Vppnmin}}{l_{Vpp_n}} \cdot 10$

Vývojový diagram 2 Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti vody



Hodnotenie zraniteľnosti pôdy

Pôda je limitovaný a ľahko zničiteľný prírodný zdroj nenahraditeľnej hodnoty. Dôležitou fyzikálnou charakteristikou pôdy je jej zrnitosť, ktorá ovplyvňuje pohyb vody v pôde. Ako kritérium hodnotenia rizika bola zvolená infiltračná schopnosť a priepustnosť pôd (tabuľka 15). Nebezpečnou pre pôdu sú látky, ktorých toxicita pre pôdne prostredie je určená vetou R56. Ak je látka toxická pre vodné prostredie nemalo by tomu byť inak ani v prípade prostredia pôdneho. Preto do tohto hodnotenia sú zaradené i látky ekotoxické pre vodné prostredie.

Tabuľka 15 Priepustnosť pôd podľa zrnitosti

Ohrozená zložka životného prostredia	Počiatočná rýchlosť infiltrácie [cm/min]	Priepustnosť	Pôdny druh	R _p
Pôda	> 2,500	Veľmi vysoká	Piesočnatá	5
			Hlinitopiesočnatá	
	2,500 - 0,810	Vysoká	piesočnatohlinitá	4
	0,800 - 0,081	Stredná	Hlinitá	3
	0,080 - 0,025	Nízka	Ílovitohlinitá	2
	<0,025	Veľmi nízka	ílovitá, íl	1

V prípade výberu bezpečnej trasy je potrebné poznať dĺžku trasy, ktorá prechádza ohrozeným územím s pôdou, ktorá môže byť pri havárii kontaminovaná. K tomu je opäť nápomocné zobrazenie zasiahnutej plochy A v mape po celej dĺžke trasy. Pôda ležiaca mimo zasiahnutú plochu sa do hodnotenia nezapočítava. Celková dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím sa vypočíta zo vzťahu:

$$l_{P_n} = 5 \cdot \left(\sum_{i=1}^n l_{P_{pn}} + \sum_{i=1}^n l_{P_{hpn}} \right) + 4 \cdot \sum_{i=1}^n l_{P_{phn}} + 3 \cdot \sum_{i=1}^n l_{P_{hn}} + 2 \cdot \sum_{i=1}^n l_{P_{ihn}} + \sum_{i=1}^n l_{P_{in}} \quad (8)$$

kde

číslo veľkosť rizika pre povrchovú vodu R_p (tabuľka 15);

$l_{P_{pn}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s piesočnatou pôdou;

$l_{P_{hpn}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s hlinitopiesočnatou pôdou;

$l_{P_{phn}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s piesočnatohlinitou pôdou;

$l_{P_{hn}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s hlinitou pôdou;

$l_{P_{ihn}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s ílovitohlinitou pôdou;

$l_{P_{in}}$ dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s ílovitou pôdou alebo ílom.

Trase s najnižším l_{P_n} sa prideli 10 bodov. Pre zvyšné varianty trás sa body B_{P_n} dopočítajú body rovnakým spôsobom ako to bolo v predošlých prípadoch:

$$\frac{B_{P_n}}{10} = \frac{l_{P_{nmin}}}{l_{P_n}} \rightarrow B_{P_n} = \frac{l_{P_{nmin}}}{l_{P_n}} \cdot 10 \quad (9)$$

Výstupom hodnotenia zraniteľnosti pôdy je tabuľka 16.

Tabuľka 16 Výstup hodnotenia zraniteľnosti pôdy

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Celková dĺžka trasy l_{P_n} [km]	l_{P_1}	l_{P_2}	...	l_{P_n}
Počet bodov B_{P_n} ($l_{P_{nmin}} = 10$)	$B_{P_1} = \frac{l_{P_{nmin}}}{l_{P_1}} \cdot 10$	$B_{P_2} = \frac{l_{P_{nmin}}}{l_{P_2}} \cdot 10$	...	$B_{P_n} = \frac{l_{P_{nmin}}}{l_{P_n}} \cdot 10$

V prípade, nedostupnosti údajov o infiltračnej schopnosti a priepustnosti možno využiť odolnosť pôdy podľa HPJ (tabuľka 17).

Tabuľka 17 Odolnosť pôd podľa HPJ

Katégoria pôdy	HPJ	R
Neodolné	21, 22, 23, 27, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 39	5
Silne náchylné	04, 05, 17, 24, 25, 26, 28, 29, 33, 35, 38, 40, 41, 48, 50, 51, 52, 55, 55, 58, 62, 64, 65, 67, 68, 75, 76	4
Náchylné	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 53, 56, 59, 60, 63, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74	3
Slabo náchylné	01, 02, 03, 08, 09, 18, 19, 54, 57, 61	2
Odolné	06, 07, 20	1

Zdroj: Facek, Adamec [71]

Celková dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím sa vypočíta zo vzťahu:

$$l_{P_n} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n l_{N_n} + 4 \cdot \sum_{i=1}^n l_{SN_n} + 3 \cdot \sum_{i=1}^n l_{NA_n} + 2 \cdot \sum_{i=1}^n l_{SLN_n} + \sum_{i=1}^n l_{O_n} \quad (10)$$

kde

$\check{c}íslo$ veľkosť rizika pre povrchovú vodu R_p (tabuľka 17);

l_{N_n} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s pôdou, ktorá je neodolná;

l_{SN_n} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s pôdou, ktorá je silne náchylná ;

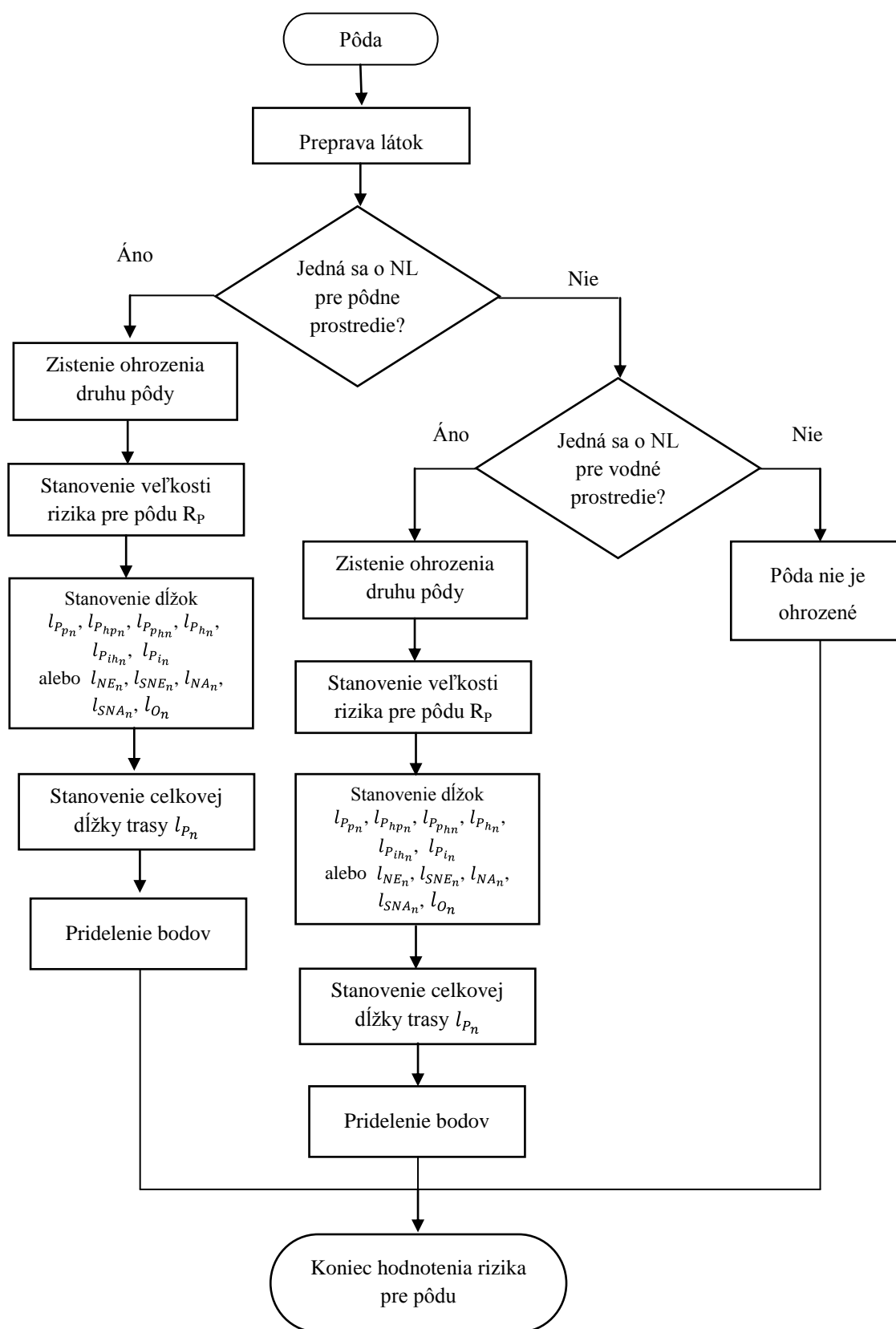
l_{NA_n} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s pôdou, ktorá je náchylná;

l_{SLN_n} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s pôdou, ktorá je slabo náchylná;

l_{O_n} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s pôdou, ktorá je odolná.

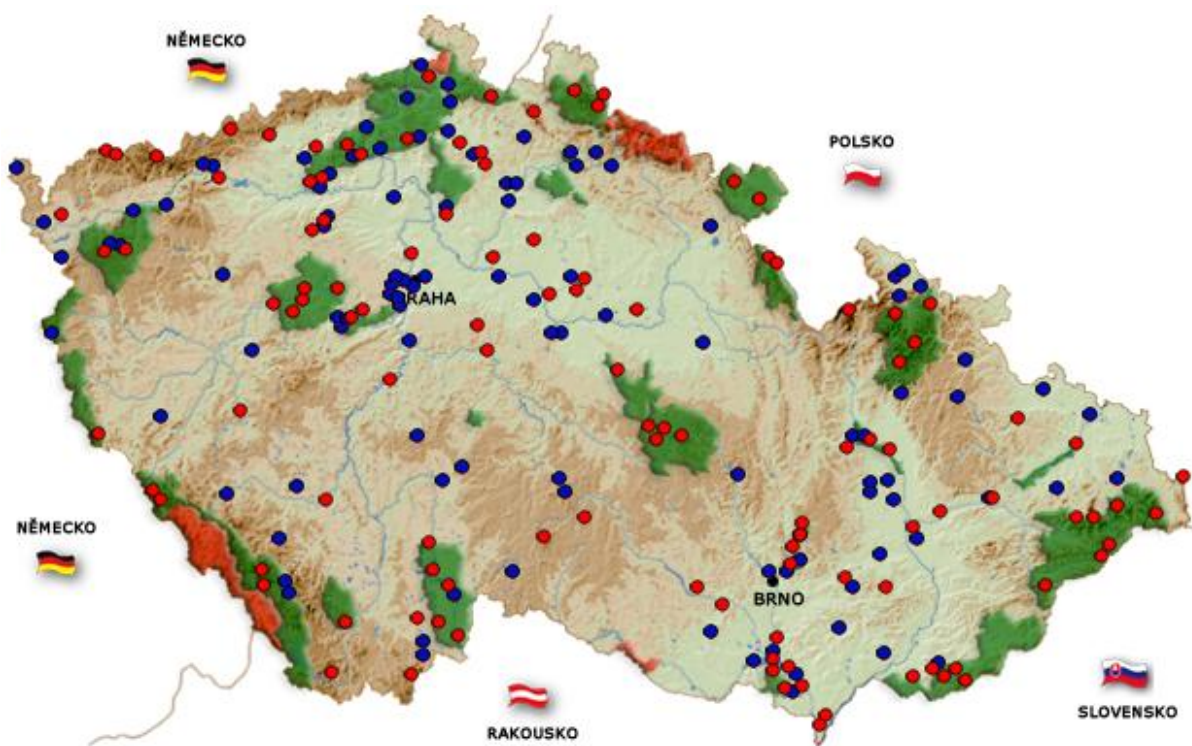
V hodnotení sa ďalej pokračuje od rovnice 9 rovnakým spôsobom.

Vývojový diagram 3 Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti pôdy



Ochrana územia

Kritériom pre hodnotenie ochrany územia sú zvlášť chránená území a sústava chránených území Natura 2000. Zákon o ochrane prírody a krajiny [72] vymedzuje šesť kategórií zvlášť chránených území. Sú to národné parky (NP), chránené krajinné oblasti (CHKO), národné prírodné rezervácie (NPR), prírodné rezervácie (PR), národné prírodné pamiatky (NPP) a prírodné pamiatky (PP). Medzi faktory ovplyvňujúce zaradenie ZCHÚ do kategórie patrí veľkosť, predmet ochrany, význam, poslanie a stupeň ochrany. Sústava chránených území Natura 2000 je tvorená vtáčimi oblasťami (VO) a európsky významnými lokalitami (EVL). EVL slúžia k ochrane prírodných stanovišok, voľne žijúcich živočíchov a divo rastúcich rastlín [73]



Obrázok 13 Mapa NP, CHKO, NPP, NPR [74]

Tabuľka 18 Hodnotenie ohrozenia chránených oblastí

Ohrozená zložka životného prostredia	Chránené oblasti	R _{CHO}
Príroda a krajina	Národné parky	5
	Chránené krajinné oblasti	
	Národné prírodné rezervácie	4
	Národné prírodné pamiatky	
	Vtáčie oblasti	
	Európsky významnými lokalitami	
	Prírodné rezervácie	3
	Prírodné pamiatky	

Pre výber bezpečnej trasy je opäť potrebné poznať veľkosť zasiahnutej plochy A a celkovú dĺžku trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s chránenými oblasťami l_{CHO} , ktorá sa vypočíta zo vzťahu:

$$l_{CHO_n} = 5(\sum_{i=1}^n l_{NP_n} + \sum_{i=1}^n l_{CHKO_n}) + 4(\sum_{i=1}^n l_{NPR_n} + \sum_{i=1}^n l_{NPP_n} + \sum_{i=1}^n l_{VO_n} + \sum_{i=1}^n l_{EVL_n}) + 3(\sum_{i=1}^n l_{PR_n} + \sum_{i=1}^n l_{PP_n}) \quad (11)$$

kde

$číslo$ veľkosť rizika pre povrchovú vodu R_{CHO} (tabuľka 18);

l_{NP} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s národnými parkami;

l_{CHKO} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s chránenými krajinnými oblasťami;

l_{NPR} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s národnými prírodnými rezerváciami;

l_{NPP} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s národnými prírodnými pamiatkami;

l_{VO} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s vtáčimi oblasťami;

l_{EVL} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s európsky významnými lokalitami;

l_{PR} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s prírodnými rezerváciami.

l_{PP} dĺžka trasy prechádzajúcej ohrozeným územím s prírodnými pamiatkami.

Trase s najnižšou hodnotou l_{CHO_n} je pridelených 10 bodov. Body B_{CHO_n} pre ostatné možné trasy sa dopočítajú trojčlenkou:

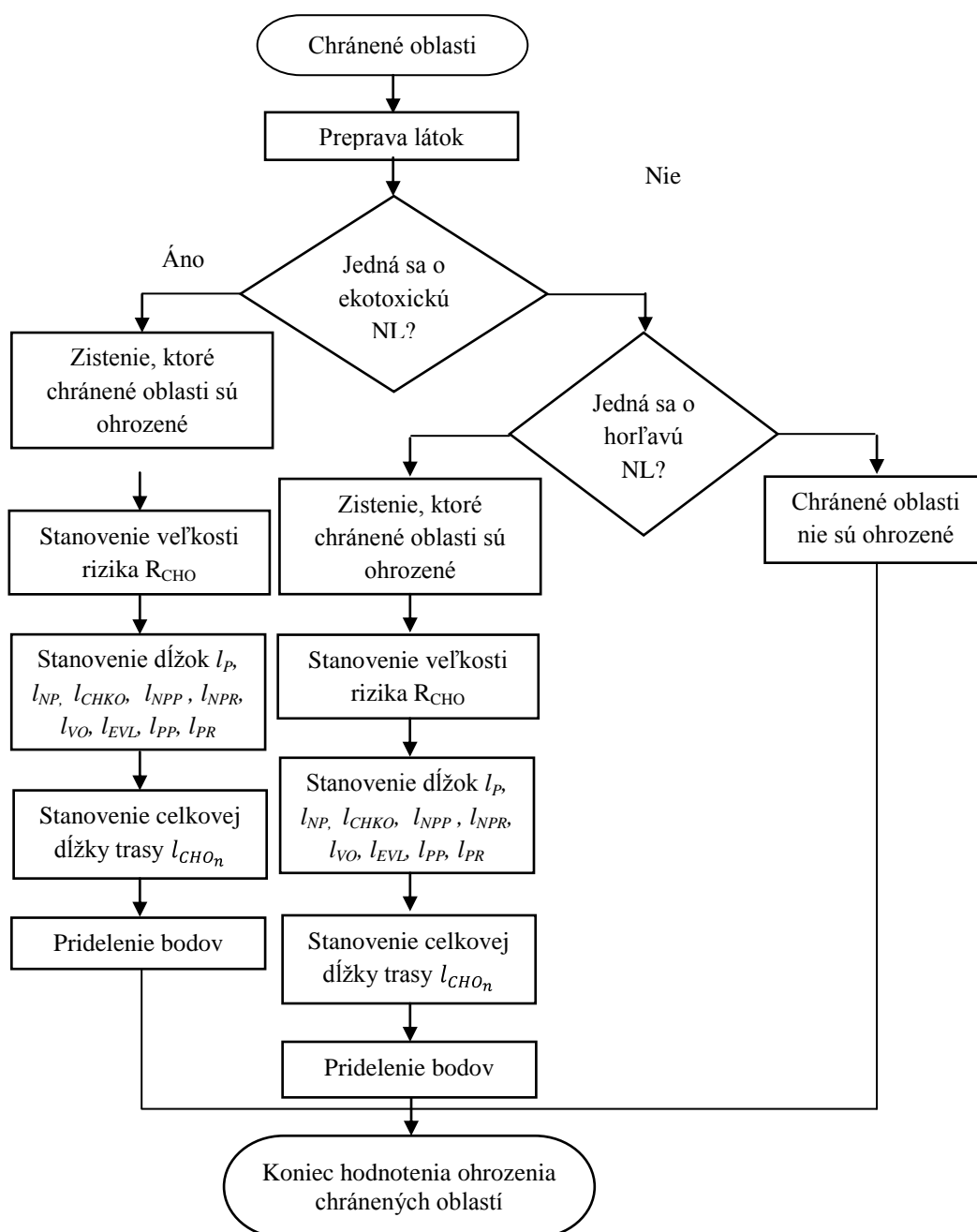
$$\frac{B_{CHO_n}}{10} = \frac{l_{CHO_{nmin}}}{l_{CHO_n}} \rightarrow B_{CHO_n} = \frac{l_{CHO_{nmin}}}{l_{CHO_n}} \cdot 10 \quad (12)$$

Výstupom hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd je tabuľka 19.

Tabuľka 19 Výstup hodnotenia zraniteľnosti chránených oblastí

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Celková dĺžka trasy l_{CHO_n} [km]	l_{CHO_1}	l_{CHO_2}	...	l_{CHO_n}
Počet bodov B_{CHO_n} ($l_{CHO_{nmin}} = 10$)	$B_{CHO_1} = \frac{l_{CHO_{nmin}}}{l_{CHO_1}} \cdot 10$	$B_{CHO_2} = \frac{l_{CHO_{nmin}}}{l_{CHO_2}} \cdot 10$	...	$B_{CHO_n} = \frac{l_{CHO_{nmin}}}{l_{CHO_n}} \cdot 10$

Vývojový diagram 4 Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti pôdy



7.2.3 Kritické miesta v cestnej infraštruktúre

Z pohľadu cestnej infraštruktúry patria k najkritickejším prvkom tunely a mosty. Riziko prepravy nebezpečných látok tunelom, bolo vysvetlené vyššie. Čo sa týka mostov, ich nebezpečnosť je v ich technickom stave a nosnosti, teda v možnosti zrútenia, možnosti pádu vozidla z mostu a taktiež pri preprave kvapalín hrozí jej únik do priestoru nachádzajúcom sa pod objektom (voda, cesta). Okrem nich sa pri hodnotení prihliada aj na kategóriu ciest, aby bola ohodnotená rizikovosť celej prepravnej trasy. Rizikovosť ciest je hodnotená na základe ich kvality, pri cestách I. triedy, bola zohľadnená skutočnosť najvyššieho počtu nehôd. Pri hodnotení veľkosti rizika pre tuneli a mosty nestačí navrhovaná stupnica 1 - 5, ale miera rizika musela byť vzhľadom na riziko na cestách navýšená (tabuľka 20).

Tabuľka 20 Kritické miesta v cestnej infraštruktúre a ich hodnotenie

Cestná infraštruktúra		R _I
Tunely	Tunely dlhé (nad 1 000 m)	200
	Tunely stredné (300 - 1000 m)	150
	Tunely krátke (0 - 300 m) a podjazdy	100
Mosty	Mosty a nadjazdy	150
Cesty	Cesty III. triedy + miestne komunikácie	4
	Cesty II. triedy	3
	Cesty I. triedy	2
	Diaľnice a rýchlostné cesty	1

Pri výbere bezpečnej trasy je nutné prihliadnuť na dĺžku jednotlivých ciest a počet tunelov a mostov na ceste. Pomocou nich sa vypočíta číslo y_n :

$$y_n = 200 \cdot N_{Td} + 150 \cdot (N_{Ts} + N_M) + 100 \cdot N_{Tk} + 4 \cdot l_{CIIn} + 3 \cdot l_{CII_n} + 2 \cdot l_{CI_n} + l_{R_n} + l_{D_n} \quad (13)$$

kde

$\check{c}íslo$ veľkosť rizika pre cestnú infraštruktúru R_I ;

N_T počet tunelov na trase;

N_M počet mostov na trase;

l_{CIIn} dĺžka trasy po cestách III. triedy;

l_{CII_n} dĺžka trasy po cestách II triedy;

l_{CI_n} dĺžka trasy po cestách I. triedy;

l_{R_n} dĺžka trasy po rýchlostných cestách;

l_{D_n} dĺžka trasy po diaľniciach.

Trasa s najnižšou hodnotou čísla y_n je ohodnotená najvyšším počtom bodov, 10. Body b_{I_n} pre ostatné možné trasy sa dopočítajú podľa vzťahu:

$$\frac{b_{I_n}}{10} = \frac{y_{n_{min}}}{y_n} \rightarrow b_{I_n} = \frac{y_{n_{min}}}{y_n} \cdot 10 \quad (14)$$

Nakoľko životné prostredie a obyvateľstvo majú po 40 bodov, budú body b_{I_n} násobená číslom 3, vzhľadom na veľkosť škôd, ktoré môžu vzniknúť pri nehode vozidla na cestnej infraštruktúre. Tým dosiahne 30 bodové hodnotenie za cestnú infraštruktúru. Výsledný počet bodov B_{I_n} hodnotenia dopadu na obyvateľstvo dosiahneme zo vzťahu:

$$B_{I_n} = b_{I_n} \cdot 3 = \frac{y_{n_{min}}}{y_n} \cdot 10 \cdot 3 \quad (15)$$

Výstupom hodnotenia ohrozenia infraštruktúry je tabuľka 21.

Tabuľka 21 Výstup hodnotenia zraniteľnosti chránených oblastí

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Hodnota čísla y_n	y_1	y_2	...	y_n
Počet bodov b_{I_n} ($y_{n_{min}} = 10$)	$b_{I_1} = \frac{y_{n_{min}}}{y_1} \cdot 10$	$b_{I_n} = \frac{y_{n_{min}}}{y_2} \cdot 10$	...	$b_{I_n} = \frac{y_{n_{min}}}{y_n} \cdot 10$
Výsledný počet bodov	$B_{I_1} = b_{I_1} \cdot 3$	$B_{I_2} = b_{I_2} \cdot 3$	...	$B_{I_n} = b_{I_n} \cdot 3$

7.2.4 Výsledok hodnotenia - výber najbezpečnejšej trasy

Po hodnotení bezpečnosti trás v predchádzajúcich kapitolách sme dostali 6 výstupov v podobe tabuliek. Za každé kritérium bola trasa bodovo ohodnotená, maximálne 10 bodmi, pričom tie boli v prípade potreby násobené podľa významnosti hodnoteného hľadiska (obyvateľstvo číslom 4 a cestná infraštruktúra číslom 3). Trasa s celkovým najvyšším počtom bodov (max. 110 bodov), je najvhodnejšia na prepravu nebezpečnej látky z hľadiska bezpečnosti. Výsledkom hodnotenia jednotlivých kritérií pre celú navrhovanú trasu je tabuľka 22.

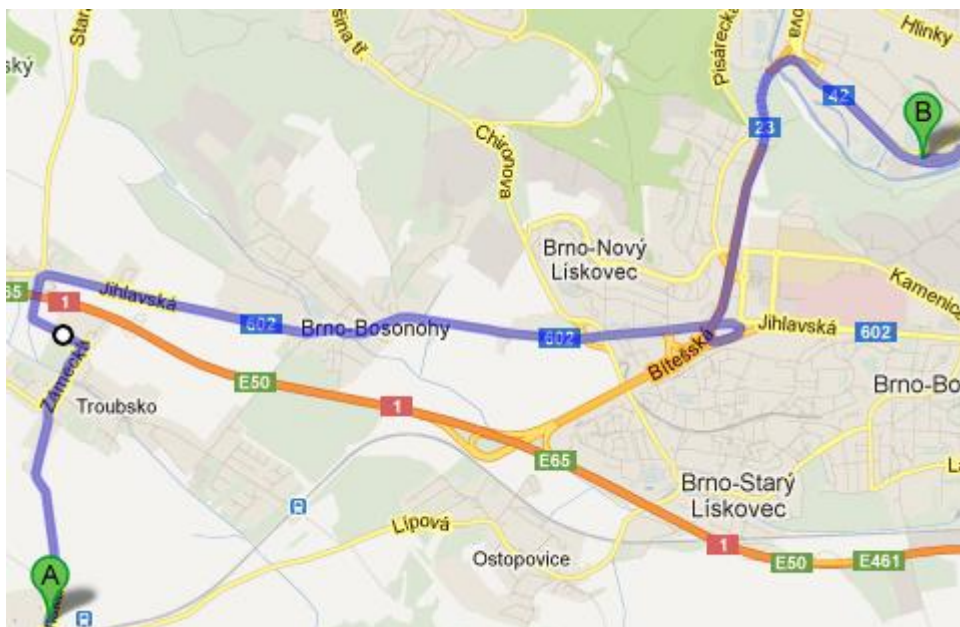
Tabuľka 22 Výsledok hodnotenia

	Trasa 1	Trasa 2	...	Trasa n
Výsledný počet bodov B_{O_n}	$B_{O_1} = b_{O_2} \cdot 4$	$B_{O_2} = b_{O_2} \cdot 4$	...	$B_{O_n} = b_n \cdot 4$
Počet bodov B_{Vp_n} ($l_{Vp_{n_{min}}} = 10$)	$B_{Vp_1} = \frac{l_{Vp_{n_{min}}}}{l_{Vp_1}} \cdot 10$	$B_{Vp_2} = \frac{l_{Vp_{n_{min}}}}{l_{Vp_2}} \cdot 10$	...	$B_{Vp_n} = \frac{l_{Vp_{n_{min}}}}{l_{Vp_n}} \cdot 10$
Počet bodov B_{Vpp_n} ($l_{Vpp_{n_{min}}} = 10$)	$B_{Vpp_1} = \frac{l_{Vpp_{n_{min}}}}{l_{Vpp_1}} \cdot 10$	$B_{Vpp_2} = \frac{l_{Vpp_{n_{min}}}}{l_{Vpp_2}} \cdot 10$	...	$B_{Vpp_n} = \frac{l_{Vpp_{n_{min}}}}{l_{Vpp_n}} \cdot 10$
Počet bodov B_{P_n} ($l_{P_{n_{min}}} = 10$)	$B_{P_1} = \frac{l_{P_{n_{min}}}}{l_{P_1}} \cdot 10$	$B_{P_2} = \frac{l_{P_{n_{min}}}}{l_{P_2}} \cdot 10$	...	$B_{P_n} = \frac{l_{P_{n_{min}}}}{l_{P_n}} \cdot 10$
Počet bodov B_{CHO_n} ($l_{CHO_{n_{min}}} = 10$)	$B_{CHO_1} = \frac{l_{CHO_{n_{min}}}}{l_{CHO_1}} \cdot 10$	$B_{CHO_2} = \frac{l_{CHO_{n_{min}}}}{l_{CHO_2}} \cdot 10$	...	$B_{CHO_n} = \frac{l_{CHO_{n_{min}}}}{l_{CHO_n}} \cdot 10$
Počet bodov B_{I_n} ($y_{n_{min}} = 10$)	$B_{I_1} = b_{I_1} \cdot 3$	$B_{I_2} = b_{I_2} \cdot 3$	...	$B_{I_n} = b_{I_n} \cdot 3$
Σ				

8 VÝBER NAJBEZPEČNEJŠEJ TRASY

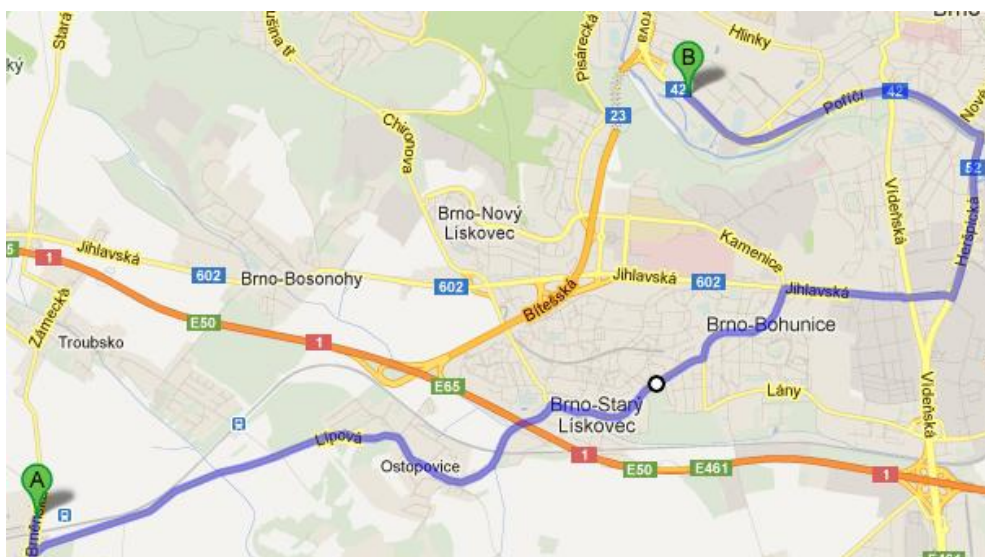
Pre overenie navrhovanej metodiky bola vytvorená modelová situácia na prepravu benzínu zo spoločnosti ČEPRO, a.s. na čerpaciu stanicu AGIP na ulici Bauerova v Brne. Preprava môže byť uskutočnená 2 trasami:

1. ČEPRO, a.s. → Zámecká → Jihlavská → Brno - Bosonohy → Bitešská → Pisárecký tunel → Bauerova → AGIP



Obrázok 14 Modelová trasa 1 [75]

2. ČEPRO, a.s. → Ostopovice → Brno - Starý Lískovec → Brno - Bohunice → ul. Jihlavská → ul. Heršpická → Poříčí → Bauerova → AGIP



Obrázok 15 Modelová trasa 2 [75]

Pri navrhovaných trasách bola zohľadnená, či je preprava po navrhovaných trasách vôbec reálna. Napr. v modelovej trase 2 neodbáča cisterna z ul. Jihlavská na ul. Vídeňská, ale pokračuje až na ul. Heršpickú. Je to spôsobené umiestnenou značkou zákazu vjazdu vozidiel s hmotnosťou väčšou ako 6,5 tony.

Mapy pre hodnotenie boli spracované pomocou programu ArcGIS.

8.1 TRÁSY Z HLADISKA DOPADU NA OBYVATEĽSTVO

Pre hodnotenie obyvateľstva je nutné vyplniť údaje podľa tabuľky 10. Pri preprave benzínu je veľkosť zasiahnutého územia $A = 0,4 \text{ ha} = 4\,000 \text{ m}^2$ (viď. tabuľka 9). Z plochy bol vypočítaný polomer:

$$A = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\,000 \text{ m}^2}{\pi}} \cong 35,7 \text{ m}$$

pomocou ktorého bol vytvorený okolo celej prepravnej trasy tzv. "buffer". Prienikom "buffru" so zastavanými plochami bola získaná veľkosť zasiahnutého zastavaného územia (viď. obrázok 16). Zastavaná plocha zahŕňa obydľia, priemyselné a poľnohospodárske areály, výrobné závody, služby, komerčné priestory a prepravné terminály [76].



Obrázok 16 Veľkosť zasiahnutého zastavaného územia pre modelovú trasu 1 (zelená) a modelovú trasu 2 (červená); Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

Z obrázku 16 vidíme, že "buffer" modelovej trasy 1 prechádza deviatimi zastavanými plochami a modelovej trasy 2 štyrmi s nasledujúcimi veľkosťami zasiahnutých plôch vid'. tabuľka 23.

Tabuľka 23 Veľkosť zasiahnutých zastavaných plôch

$A_{z_1 i}$ [m ²]	164 003,535	355,467	81 483,621	7 836,405	73 591,648	5 659,855	2 304,170	1 148,261	81 571,034
$A_{z_2 i}$ [m ²]	4 982	517 401	12 314	90 357	-				

Na základe týchto hodnôt bola vypočítaná celková veľkosť zasiahnutého zastavaného územia pre každú z trás. Príklad výpočtu pre modelovú trasu 2:

$$A_{z_2} = 4982 \text{ m}^2 + 517\,401 \text{ m}^2 + 12\,314 \text{ m}^2 + 90\,357 \text{ m}^2$$

$$A_{z_2} = 417\,953,996 \text{ m}^2$$

Na základe nich boli trasy obodované, trase s nižšou hodnotou zasiahnutej zastavanej plochy bolo pridelených 10 bodov. Trase s vyššou hodnotou zasiahnutej zastavanej plochy sa dopočítali body použitím trojčlenky. Pre výsledný počet bodov hodnotenia vynásobíme počet bodov číslom 4.

$$A_{z_1} = 625\,051 \text{ m}^2; A_{z_2} = 417\,953 \text{ m}^2$$

$$A_{z_1} > A_{z_2} \Rightarrow b_{O_2} = 10$$

$$\Rightarrow B_{O_2} = 4 \cdot 10 = 40$$

$$b_{O_1} = \frac{625\,051 \text{ m}^2}{417\,953 \text{ m}^2} \cdot 10 \cong 6,7$$

$$B_{O_1} = 4 \cdot 6,7 = 26,7$$

Tabuľka 24 Výstup hodnotenia dopadu na obyvateľstvo pre modelovú situáciu

	Trasa 1	Trasa 2
Celková veľkosť zasiahnutej zastavanej plochy A_{z_n} [m ²]	$A_{z_1} = 625\,051$	$A_{z_2} = 417\,953,996$
Počet bodov b_{O_n} ($A_{z_{nmin}} = 10$)	$b_{O_1} \cong 6,7$	$b_{O_2} = 10$
Výsledný počet bodov B_{O_n}	$B_{O_1} = 26,7$	$B_{O_2} = 40$

Tabuľka 25 HPJ a dĺžky trás potrebné pre hodnotenie

Trasa 1		Trasa 2	
HPJ	$l_{NE_n}, l_{SNE_n}, l_{NA_n}, l_{SNA_n}, l_{O_n}$	HPJ	$l_{NE_n}, l_{SNE_n}, l_{NA_n}, l_{SNA_n}, l_{O_n}$
01	2 232	01	5 218
06	919	02	1 816
08	1 132	08	1 648
10	2 243	10	16
20	241	56	2 249
29	63	58	643
37	320	59	146
56	1 166	60	94
58	692	-	
59	295		

Príklad výpočtu celkovej dĺžky modelovej trasy 2 prechádzajúcej ohrozeným územím:

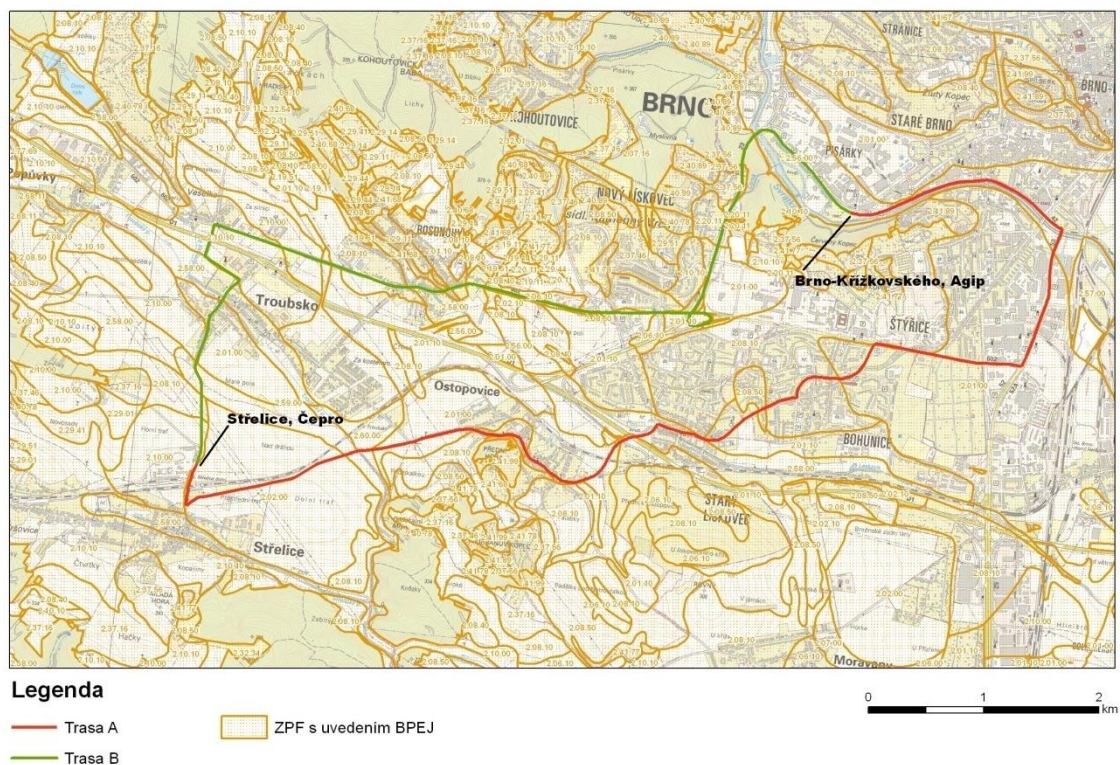
$$l_{P_2} = 5 \cdot 320 \text{ m} + 4 \cdot 755 \text{ m} + 3 \cdot 3\,704 \text{ m} + 2 \cdot 3\,364 \text{ m} + 1\,160 \text{ m}$$

$$l_{P_2} = 23\,620 \text{ m}$$

Nakoľko je $l_{P_2} < l_{P_1}$, bolo modelovej trase 2 pridelených 10 bodov a modelovej trase 1 bolo na základe výpočtu podľa rovnice 9 pridelených 8,6 bodu.

Tabuľka 26 Výstup hodnotenia z hľadiska ohrozenie pôdy

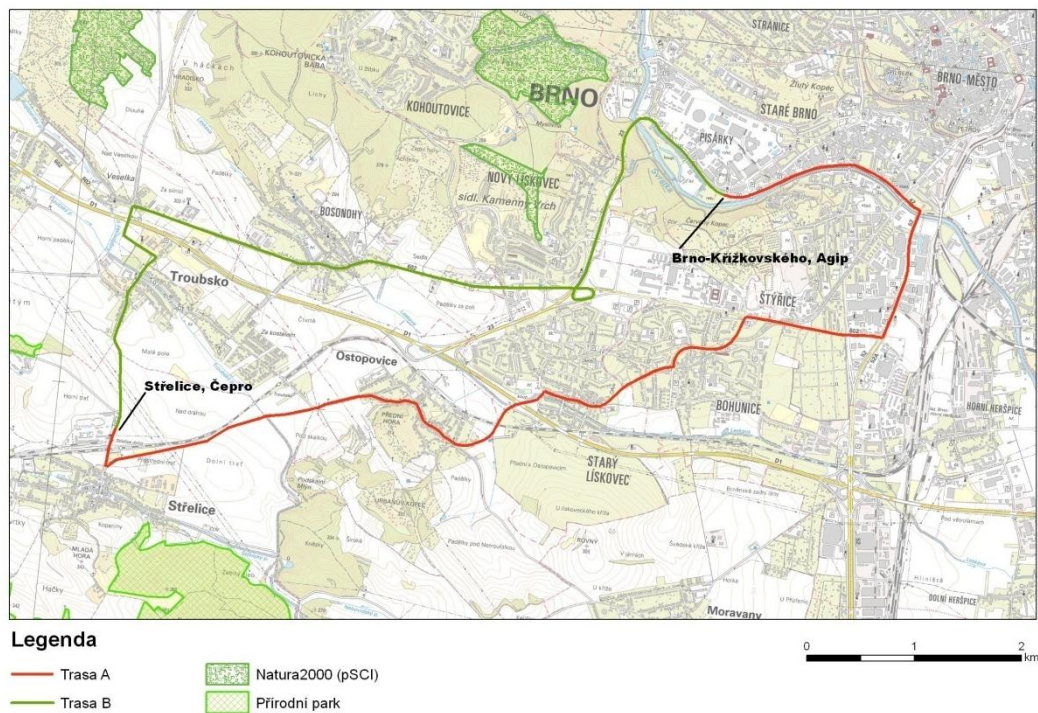
	Trasa 1	Trasa 2
Celková dĺžka trasy l_{P_n} [km]	27 451	23 620
Počet bodov B_{P_n} ($l_{P_{nmin}} = 10$)	$B_{P_1} = 8,6$	$B_{P_2} = 10$



Obrázok 18 Hodnotenie ohrozenia pôdy; Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

8.2.3 Trasy z hľadiska ohrozenia chráneného územia

Navrhnuté modelové trasy nezasahujú do žiadneho chráneného územia vid'. obrázok 17.



Obrázok 19 Hodnotenie ohrozenia chráneného územia; Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

8.3 TRASY Z HĽADISKA OHROZENIA CESTNEJ INFRAŠTRUKTÚRY

Pri hodnotení bezpečnosti trasy je dôležité poznať dĺžku a kategóriu prepravovaných trás, rovnako ako počet mostov a tunelov, ktoré sa na nich vyskytujú. Modelová trasa 1 pozostáva z rýchlostných ciest a ciest I., II. a III. triedy. Modelová trasa 2 vedie po cestách I., II. a III. triedy. Dĺžky jednotlivých kategórií ciest sú uvedené v tabuľke 27 spolu s počtami mostov a tunelov na trase. Následne bolo podľa rovnice 13 vypočítané y_n . Výsledné hodnotenie trás z hľadiska infraštruktúry je uvedené v tabuľke 28.

Tabuľka 27 Dĺžky ciest, počet mostov a tunelov na modelových trasách

	Trasa 1	Trasa 2
l_R [m]	2 285	-
l_{CI} [m]	932	3 283
l_{CII} [m]	4 390	1 292
l_{CIII} [m]	2 377	7 253
N_M	10	10
N_{Ts}	1	-

Príklad výpočtu pre modelovú trasu 1:

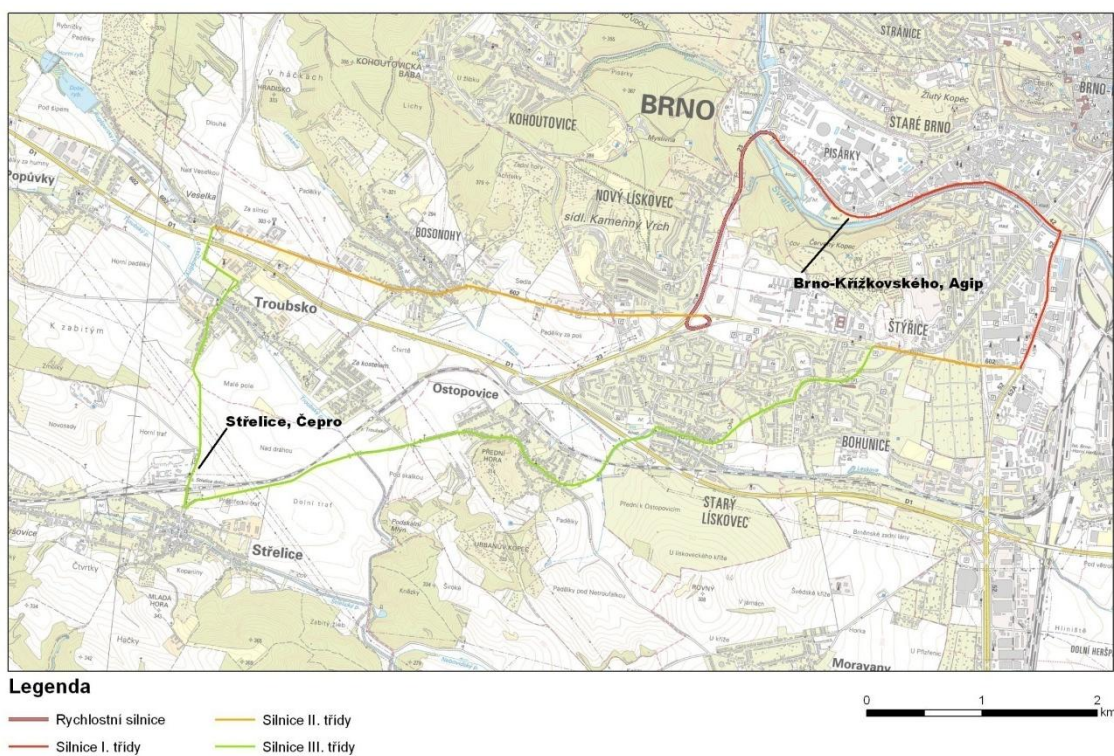
$$y_1 = 150 \cdot (1 + 10) + 4 \cdot 2\,377 \text{ m} + 3 \cdot 4\,390 \text{ m} + 2 \cdot 932 \text{ m} + 2\,285 \text{ m}$$

$$y_1 = 28\,477 \text{ m}$$

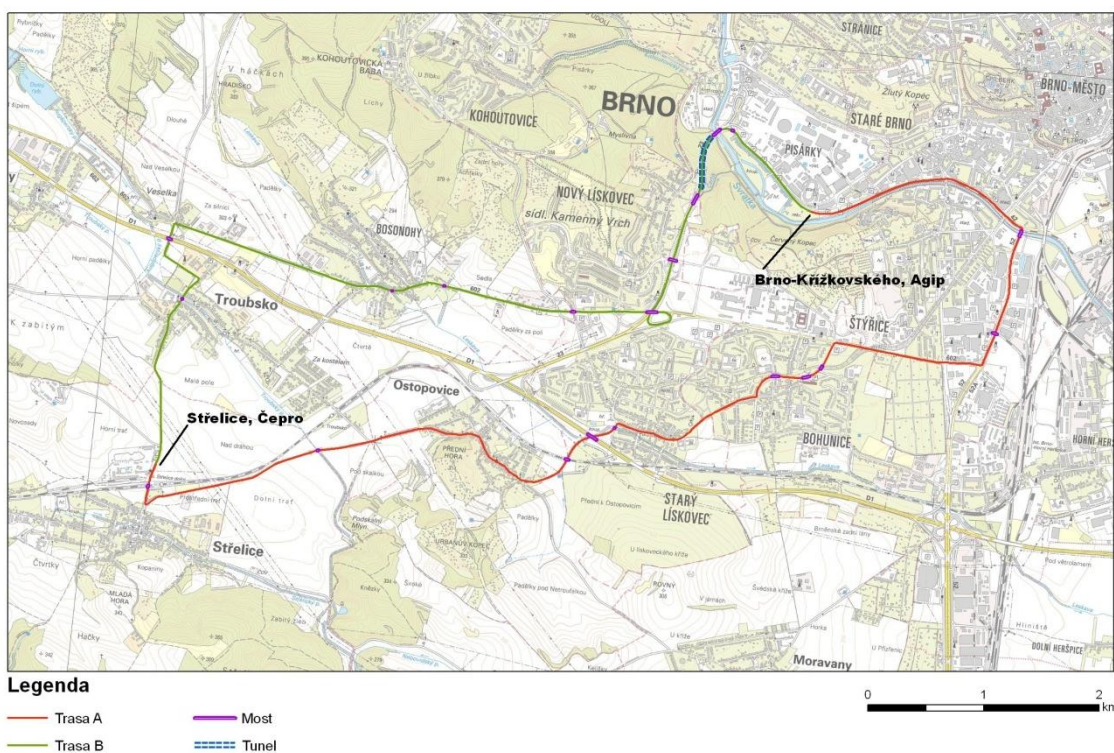
Nakoľko je $y_1 < y_2$, bolo modelovej trase 1 pridelených 10 bodov a modelovej trase 2 bolo na základe výpočtu podľa rovnice 14 pridelených 6,95 bodu. Výsledný počet bodov bol získaný vynásobením bodov číslom 3 podľa rovnice 15.

Tabuľka 28 Hodnotenie ohrozenia cestnej infraštruktúry pre modelovú situáciu

	Trasa 1	Trasa 2
Hodnota čísla y_n	28 477	40 954
Počet bodov b_{I_n} ($y_{n_{min}} = 10$)	$b_{I_1} = 10$	$b_{I_2} = 6,95$
Výsledný počet bodov	$B_{I_1} = 30$	$B_{I_2} = 20,86$



Obrázok 20 Hodnotenie z hľadiska ohrozenia cestnej infraštruktúry; Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

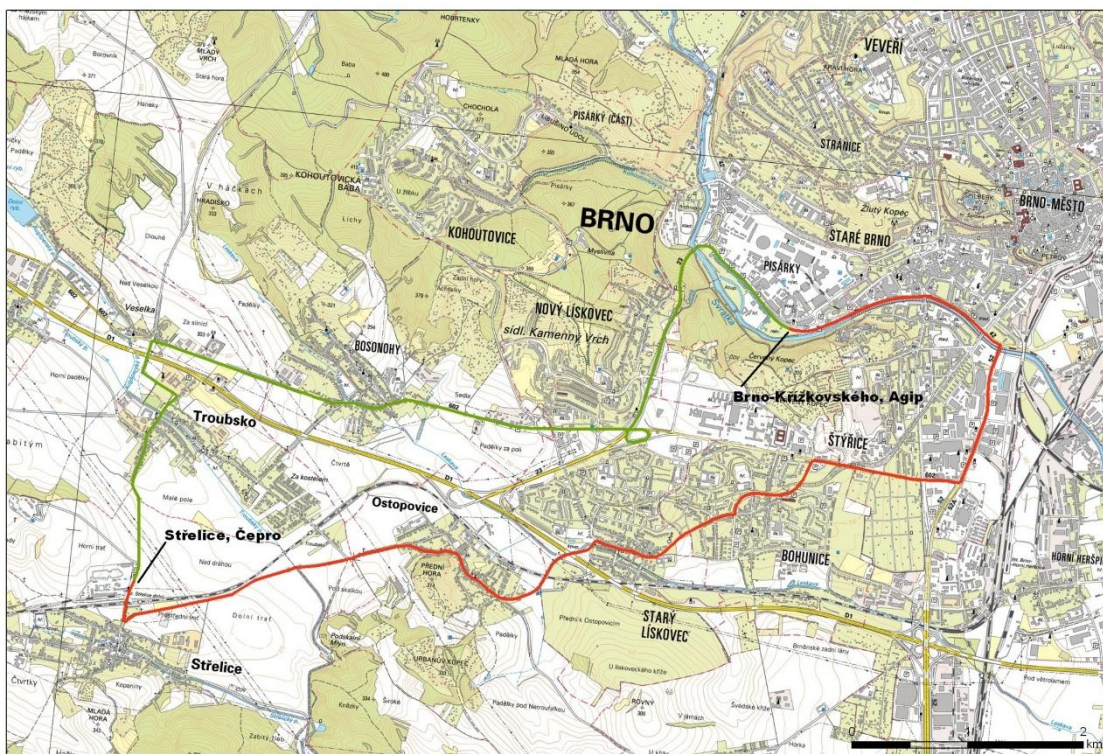


Obrázok 21 Mosty a tunely na trasách; Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

8.4 VYHODNOTENIE BEZPEČNOSTI TRÁS

Tabuľka 29 Vyhodnotenie bezpečnosti trás pre modelovú situáciu

	Trasa 1	Trasa 2
Výsledný počet bodov B_{O_n}	$B_{O_1} = 26,2$	$B_{O_2} = 40$
Počet bodov B_{Vp_n} ($l_{Vp_{n_{min}}} = 10$)	$B_{Vp_1} = 10$	$B_{Vp_2} = 10$
Počet bodov B_{Vpp_n} ($l_{Vpp_{n_{min}}} = 10$)	$B_{Vpp_1} = 0$	$B_{Vpp_2} = 0$
Počet bodov B_{P_n} ($l_{P_{n_{min}}} = 10$)	$B_{P_1} = 8,6$	$B_{P_2} = 10$
Počet bodov B_{CHO_n} ($l_{CHO_{n_{min}}} = 10$)	$B_{CHO_1} = 0$	$B_{CHO_2} = 0$
Počet bodov B_{I_n} ($y_{n_{min}} = 10$)	$B_{I_1} = 30$	$B_{I_2} = 20,86$
Σ	$B_1 = 74,8$	$B_2 = 80,86$



Obrázok 22 Prehľad celkovej situácie (topografická mapa 1:25000) ; Zdroj dát: Výzkumný ústav meliorací a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální

9 DISKUSIA

Cieľom tejto práce bola analýza kritických miest pri preprave nebezpečných látok, na základe ktorých bol vytvorený návrh metodiky na výber bezpečnej trasy. Postup bol overený na modelovej situácii prepravy benzínu zo spoločnosti ČEPRO a.s. na čerpaciu stanicu AGIP, ulica Baueroва Brno. Bezpečnosť bola posudzovaná na dvoch modelových trasách z hľadiska dopadu na obyvateľstvo, životné prostredie a cestnú infraštruktúru.

Z hľadiska dopadu na obyvateľstvo bola bezpečnejšia modelová trasa 2, nakoľko v prípade nehody by zasiahla menšiu zastavanú plochu. Pri tomto hodnotení však nie je rozlíšené, o akú zastavanú plochu sa jedná (fabrika, obydľia atď.), čo by výsledok mohlo značne ovplyvniť. Tento vplyv by mohol byť námetom ďalšieho preskúmania. Čo sa týka celkového dopadu na životné prostredie, vyšla opäť modelová trasa 2 ako bezpečnejšia. Modelová trasa 1 získala naproti tomu lepšie ohodnotenie z hľadiska bezpečnosti cestnej infraštruktúry aj napriek tomu, že súčasťou tejto trasy je preprava tunelom. Po sčítaní bodov za jednotlivé kategórie bolo zistené, že z navrhnutých modelových trás je vhodnejšia modelová trasa 2.

Preskúmanie väčšieho počtu prepravných trás by mohlo viesť k presnejšiemu stanoveniu miery rizika pre jednotlivé posudzované oblasti, rovnako ako i vzťahov medzi nimi. Modelové trasy slúžia iba ako ukážka k stanoveniu vhodnosti trasy. Je možné, že kombináciou jednotlivých úsekov trás, prípadne skúmaním ďalších možností, by bola zistená trasa vhodnejšia a bezpečnejšia na prepravu benzínu pre zvolenú modelovú situáciu. Toto skúmanie by však vyžadovalo viac času a priestoru, ktoré v rámci diplomovej práce nebolo možné uskutočniť.

10 ZÁVER

Preprava nebezpečných vecí po cestách sa stala neoddeliteľnou súčasťou každodenného života, preto je nevyhnutné venovať zvýšenú pozornosť otázke jej bezpečnosti. Jednou z možností, ako k tomuto problému pristupovať, je výber vhodnej trasy, ktorá bude mať najmenší možný dopad na obyvateľstvo, životné prostredie a zároveň bude bezpečnou z hľadiska cestnej infraštruktúry.

Cieľom tejto práce bolo analyzovať kritické miesta v preprave nebezpečných vecí a v závislosti na nich vytvoriť metodický postup, ktorý by mohol pomôcť pri plánovaní ich bezpečného prevozu. Výsledkom celého postupu je bodové ohodnotenie jednotlivých ciest vzhľadom na rozsah účinkov uniknutej nebezpečnej látky na obyvateľstvo, na povrchové a podzemné vody, pôdu a chránené oblasti. Rovnako tento postup zohľadňuje kvalitu a bezpečnosť jednotlivých kategórií ciest a riziko ktoré predstavujú tunely a mosty.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA. *Výkladový slovník integrovaného záchranného systému: doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního programu „Ochrana obyvatelstva“*. České Budějovice, 2008. Dostupné z: www.zsf.jcu.cz/structure/departments/kra/informace-pro-studenty/vykladovy-slovník-izs.doc/
- [2] BARTLOVÁ, I. *Nebezpečné látky I*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2000, 151 s. ISBN 80-861-1160-1.
- [3] Předpis č. 381/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2001.
- [4] Zákon č. 185/ 2001 Sb, o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [5] Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě. In: *Sbírka zákonů ČR*. 1994.
- [6] ADR 2013. In:
http://www.mdcr.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2013+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/. 2013.
- [7] DEKRA AUTOMOBIL A.S. *Přeprava nebezpečných věcí: základní kurz*. Praha, 2012..
Přeprava nebezpečných věcí: základní kurz. Praha, 2012.
- [8] KIZLINK, J. *Technologie chemických látek a jejich použití*. 4., přeprac. a dopl. vyd. V Brně: Vutium, 2011, 546 s. ISBN 978-80-214-4046-3.
- [9] ŠIMONOVÁ, Mária. *Riešenie krízových situácií -enviromentálnych: T3 Nebezpečné látky a predmety*. 2009.
- [10] CARAMIA, M., S. GIORDANI a A. IOVANELLA. On the selection of k routes in multiobjective hazmat route planning. *IMA Journal of Management Mathematics* [online]. 2010, roč. 21, č. 3, s. 239-251 [cit. 2013-05-06]. ISSN 1471-678x. DOI: 10.1093/imaman/dpp017. Dostupné z: <http://imaman.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/imaman/dpp017>
- [11] HUANG, Bo, Ruey Long CHEU a Yong Seng LIEW. GIS and genetic algorithms for HAZMAT route planning with security considerations. *International Journal of Geographical Information Science* [online]. 2004, roč. 18, č. 8, s. 769-787 [cit. 2013-05-

- 06]. ISSN 1365-8816. DOI: 10.1080/13658810410001705307. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810410001705307>
- [12] JIA, Hongmei, Lin ZHANG, Xiuling LOU a Huiyun CAO. A fuzzy-stochastic Constraint Programming Model for Hazmat Road Transportation Considering Terrorism Attacking. *Systems Engineering Procedia* [online]. 2001, č. 1, s. 130-136 [cit. 2013-05-06]. DOI: 10.1016/j.sepro.2011.08.022. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211381911000233>
- [13] BROŽOVÁ, Pavlína. Stanovení kritických míst na pozemních komunikacích při silniční přepravě nebezpečných věcí. *Doprava*. 2009, roč. 51, č. 2, s. 23-24. ISSN 0012-5520.
- [14] RECHKOSKA, Gordana, Risto RECHKOSKI a Maja GEORGIOSKA. Transport of Dangerous Substances In the Republic of Macedonia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2012, roč. 44, s. 289-300, 2012 [cit. 2013-05-06]. ISSN 18770428. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.05.032. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042812011536>
- [15] Předpis č. 478/2000 Sb. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o silniční dopravě. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000.
- [16] Předpis č. 281/2007 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě, ve znění vyhlášky č. 55/2003 Sb. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2007.
- [17] Předpis č. 64/1987 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). In: *Sbírka zákonů ČR*. 1987.
- [18] Sbírka mezinárodních smluv č. 17 / 2011: Sdělení Ministerstva zahraničních věcí, kterým se ruší sdělení č. 159/1997 Sb., č. 186/1998 Sb., č. 54/1999 Sb., č. 93/2000 Sb. m. s., č. 6/2002 Sb. m. s., č. 65/2003 Sb. m. s., č. 77/2004 Sb. m. s., č. 33/2005 Sb. m. s., č. 14/2007 Sb. m. s. a č. 21/2008 Sb. m. s. o vyhlášení přijetí změn a doplňků „Přílohy A – Všeobecná ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů“ a „Přílohy B – Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě“ Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebe. In: *Sbírka mezinárodních smluv ČR*. 2011.
- [19] Předpis č. 56/2001 Sb. Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011.

- [20] Předpis č. 341/2002 Sb. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2002.
- [21] Předpis č. 350/2011 Sb. Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011.
- [22] Předpis č. 402/2011 Sb. Vyhláška o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011.
- [23] Předpis č. 162/2012 Sb. Vyhláška o tvorbě názvu nebezpečné látky v označení nebezpečné směsi. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2012.
- [24] Předpis č. 163/2012 Sb. Vyhláška o zásadách správné laboratorní praxe. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2012.
- [25] Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 z 16. decembra 2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006. In: *Úradný vestník Európskej únie*. 2008.
- [26] Nariadenie Komisie (ES) č. 790/2009 z 10. augusta 2009, ktorým sa na účely technického a vedeckého pokroku mení a dopĺňa nariadenie (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí. In: *Úradný vestník Európskej únie*. 2009.
- [27] Nariadenie Komisie (EÚ) č. 286 z 10. marca 2011, ktorým sa na účely prispôsobenia technickému a vedeckému pokroku mení a dopĺňa nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí. Nariadením sa preberá tretie revidované vydanie Globálneho harmonizovaného systému klasifikácie a označovania chemických látok. In: *Úradný vestník Európskej únie*. 2011.
- [28] TRÁVNÍČKOVÁ, Z. Nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí = nařízení CLP. *Státní zdravotní ústav* [online]. 2010 [cit. 2013-01-27]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1>
- [29] Přeprava nebezpečných věcí (ADR). *Ministerstvo dopravy* [online]. 2013 [cit. 2013-01-27].
Dostupné z : <http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava/adr/Preprava-nebezpecnych-veci.htm>
- [30] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/68/ES ze dne 24. září 2008 o pozemní přepravě nebezpečných věcí. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2008.

- [31] SÍBEK, Ondřej. Nebezpečná přeprava kosmetických výrobků. *Nebezpečný náklad*. 2009, č. 5. ISSN 1803-1579. Dostupné z: http://www.dekra-automobil.cz/akademie/clanky/2011_zari/nebezpecna_preprava_kosmetickych_vyrobku.pdf
- [32] JANDA, Milan. Zajištění nákladu: Situace stále není dobrá. *Nebezpečný náklad*. 2010, č. 1. ISSN 1803-1579. Dostupné z: http://www.dekra-automobil.cz/akademie/clanky/2011_zari/zajisteni_nakladu,_situace_neni_stale_do.pdf
- [33] Annual road freight transport of dangerous goods, by type of dangerous goods and broken down by activity (Mio Tkm, Mio Veh-km, 1 000 BTO): [road_go_ta_dg]. *Eurostat* [online]. 2013 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_go_ta_dg&lang=en
- [34] PODSTAWKA, Václav. Nebezpečné zboží je na železnici bezpečnější. *Nebezpečný náklad*. 2012, roč. 6, č. 4. ISSN 1803-1579.
- [35] VLASÁK, Tomáš. Bezpečnost přeprav je věcí všech účastníků. *Nebezpečný náklad*. 2011, roč. 5, č. 2. ISSN 1803-1579
- [36] PODSTAWKA, Václav. Konference upozornila na celou řadu nedostatků. *Nebezpečný náklad*. 2012, roč. 6, č. 5. ISSN 1803-1579.
- [37] ERKUT, E. a O. ALP. Integrated Routing and Scheduling of Hazmat Trucks with Stops En Route. *Transportation Science* [online]. 2007, roč. 41, č. 1, s. 107-122 [cit. 2013-05-06]. ISSN 0041-1655. DOI: 10.1287/trsc.1060.0176. Dostupné z: <http://transci.journal.informs.org/cgi/doi/10.1287/trsc.1060.0176>
- [38] ČAPOUN, T. *Chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009, 149 s. ISBN 978-80-86640-64-8.
- [39] MÁLEK, Zdeněk a Miroslav TOMEK. *Logistika přeprav nebezpečných věcí*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011, 163 s. ISBN 978-80-7454-131-5.
- [40] DOŠEK, Jiří. Bezpečná přeprava nebezpečných věcí. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/11-bezpecna-preprava-nebezpecnych-veci-pdf.aspx
- [41] GARRIDO, Rodrigo A. Road Pricing for Hazardous Materials Transportation in Urban Networks. *Networks and Spatial Economics* [online]. 2008, roč. 8, 2-3, s. 273-285 [cit. 2013-05-06]. ISSN 1566-113x. DOI: 10.1007/s11067-007-9057-0. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007>
- [42] CHAKRABARTI, U.K. a Jigisha PARIKH. Capacity Building for Hazmat Transport Emergency Preparedness: 'Hotspot Impact Zone' Mapping from Flammable and Toxic

- Releases. *World Academy of Science, Engineering and Technology* [online]. 2009, č. 30, s. 797-805 [cit. 2013-05-06]. ISSN 2010-3778. Dostupné z: <http://www.waset.org/journals/waset/v30/v30-141.pdf>
- [43] KARA, Bahar Y. a Vedat VERTER. Designing a Road Network for Hazardous Materials Transportation. *Transportation Science* [online]. 2004, roč. 38, č. 2, s. 188-196 [cit. 2013-05-06]. ISSN 0041-1655. DOI: 10.1287/trsc.1030.0065. Dostupné z: <http://transci.journal.informs.org/cgi/doi/10.1287/trsc.1030.0065>
- [44] OGGERO, A, R DARBRA, M MUNOZ, E PLANAS a J CASAL. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. *Journal of hazardous materials* [online]. 2006, roč. 133, 1-3 [cit. 2013-05-06]. ISSN 0304-3894. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.05.053. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389405006308>
- [45] PLANAS, E., E. PASTOR, F. PRESUTTO a J. TIXIER. Results of the MITRA project: Monitoring and intervention for the transportation of dangerous goods. *Journal of Hazardous Materials* [online]. 2008, vol. 152, issue 2, s. 516-526 [cit. 2013-05-14]. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2007.07.032. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389407010084>
- [46] BUBBICO, Roberto, Giuseppe MASCHIO, Barbara MAZZAROTTA, Maria Francesca MILAZZO a Ettore PARISI. Risk management of road and rail transport of hazardous materials in Sicily. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* [online]. 2006, vol. 19, issue 1, s. 32-38 [cit. 2013-05-14]. DOI: 10.1016/j.jlp.2005.05.011. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950423005000574>
- [47] GODOY, S.M., A.S.M. SANTA CRUZ a N.J. SCENNA. STRRAP system—A software for hazardous materials risk assessment and safe distances calculation. *Reliability Engineering* [online]. 2007, vol. 92, issue 7, s. 847-857 [cit. 2013-05-14]. DOI: 10.1016/j.ress.2006.02.012. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0951832006000822>
- [48] Země se třásla, popsali svědci obrovský výbuch cisterny s plynem v Mexiku. In: *Novinky.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zahranicni/amerika/301327-zeme-se-trasla-popsali-svedci-obrovsky-vybuch-cisterny-s-plynem-v-mexiku.html>
- [49] At least 19 people killed after petrol tanker explodes in a huge fireball on a busy highway in Mexico City. In: *MailOnline* [online]. 2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z:

- <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2320906/Mexico-truck-explosion-At-19-people-killed-petrol-tanker-explodes.html>
- [50] POLICAJNÍ PREZIDIUM. *Policie ČR přeprava nebezpečných věcí podle dohody ADR*. Praha, 2012.
- [51] POLICAJNÍ PREZIDIUM. *Dopravní nehody ADR 2009 - 2012*. Praha, 2012.
- [52] KREJČÍ, Libor a Martin BAMBUŠEK. Rizikovost přepravy nebezpečných věcí silniční dopravou v ČR. *Perner's Contacts* [online]. 2012, roč. 7, III [cit. 2013-05-06]. ISSN 1801-674X. Dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/27_2012/Krejci.pdf
- [53] PŘIBYL, Pavel, Aleš JANOTA a Juraj SPALEK. *Analýza a řízení rizik v dopravě: tunely na pozemních komunikacích a železnicích*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 527 s. ISBN 978-80-7300-214-5.
- [54] JANDA, Milan. Bezpečnost provozu ovlivňují zejména řidiči. *Nebezpečný náklad*. 2011, roč. 5, č. 5. ISSN 1803-1579.
- [55] PODSTAWKA, Václav. Jak pojistit přepravu nebezpečného nákladu?. *Nebezpečný náklad*. 2012, roč. 6, č. 2. ISSN 1803-1579.
- [56] HECLOVÁ, Naděžda. *Zvyšování bezpečnosti účinnou prevencí a represí při silniční přepravě nebezpečných věcí*. Brno, 2012. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
- [57] CAROTENUTO, Pasquale, Stefano GIORDANI a Salvatore RICCIARDELLI. Finding minimum and equitable risk routes for hazmat shipments. *Computers* [online]. 2007, vol. 34, issue 5, s. 1304-1327 [cit. 2013-05-14]. DOI: 10.1016/j.cor.2005.06.003. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305054805001838>
- [58] NOVÁK, Bohuslav a Vlastimil PALOUSH. *Česká republika autoatlas: Schválené přepravní trasy nebezpečných věcí a nebezpečných odpadů v České republice*. Praha: Kartografie Praha a.s., 1998. ISBN 80-7011-575-0.
- [59] VOJKOVSKÁ a DANIHELKA. *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí "H&V index"*. 2002. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik/\\$FILE/oer-HaV_index-2002.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik/$FILE/oer-HaV_index-2002.pdf)
- [60] IAEA. *Manual of the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries*. 1996.
- [61] Předpis č. 361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000.

- [62] Předpis č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2001.
- [63] Zákazové dopravní značky. *Dopravní-značení.eu* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://www.dopravni-znacen.eu/znacky/zakazove-dopravni-znacky/>
- [64] DOŠEK, Jiří. Příliš mnoho nebezpečí v tunelech. *Nebezpečný náklad*. 2007, č. 1. ISSN 1803-1579. Dostupné z: http://www.dekra-automobil.cz/akademie/clanky/2007_unor/2007-02_nebezpecne_veci_v_tunelech.pdf
- [65] RÁKOSNÍK, Lukáš. Bezpečnost v tunelech zajišťují sofistikované technologie. *Nebezpečný náklad*. 2011, roč. 5, č. 5. ISSN 1803-1579.
- [66] BUDINA, Libor. Tunelu se nemusíte bát. *Nebezpečný náklad*. 2011, č. 4. ISSN 1803-1579. Dostupné z: http://www.dekra-automobil.cz/akademie/clanky/2011_zari/tunelu_se_nemusite_bat.pdf
- [67] Předpis č. 540/2002 Sb. Vyhláška, kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2002.
- [68] Předpis č. 640/2004 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva financí č. 540/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění vyhlášky č. 452/2003 Sb. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2004.
- [69] Předpis č. 151/1997 Sb. Zákon o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku). In: *Sbírka zákonů ČR*. 1997.
- [70] SITÁNYIOVÁ, Dana. *Prednáška 2 – Podzemná voda*. 2006. Dostupné z: svf.uniza.sk/kgf/files/getfile.php?id_file=173
- [71] FACEK, Z. a V. ADAMEC. The maximum concentrations of polluting substances in soil. In *2nd Soil Residue Analysis Workshop*, Lausanne (Switzerland), March 11-13, 1991. Lausanne: EPFL, 1991, p. 78-86.
- [72] Předpis č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. In: *Sbírka zákonů ČR*. 1992
- [73] Co je Natura 2000. *Natura 2000* [online]. 2006 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.nature.cz/natura2000-design3/sub-text.php?id=2102&akce=&ssHledat=>
- [74] Seznam vybraných chráněných území v ČR. *Ochrana přírody a krajiny v České republice* [online]. ©2013 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=seznam&site=default_cz#

- [75] Mapy Google. *Google* [online]. ©2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z:
<https://maps.google.sk/maps?hl=sk&tab=wl>
- [76] *Acta Pruhoniciana*. 91. vyd. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu
aokrasné zahradnictví, v.v.i., 2009. ISBN 978-80-85116-69-4.

ZOZNAM GRAFOV, OBRÁZKOV TABULIEK A VÝVOJOVÝCH DIAGRAMOV

Graf 1 Podiel prepravy NV na celkovej preprave v jednotlivých krajinách v roku 2011 [33]	24
Graf 2 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR; Zdroj dát: PČR.....	37
Graf 3 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR rozdelených podľa skupenstva látky; Zdroj dát: PČR.....	38
Graf 4 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR spojených s únikom nebezpečných vecí; Zdroj dát: PČR	38
Graf 5 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR spojených s únikom nebezpečných vecí podľa skupenstva látky; Zdroj dát: PČR	39
Graf 6 Súhrn dopravných nehôd podľa vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR podľa skupenstva látok 2003 - 2011; Zdroj dát: PČR	39
Graf 7 Počet dopravných nehôd v roku 2009 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla.....	40
Graf 8 Dopravné nehody s účasťou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2009; Zdroj dát: PČR	40
Graf 9 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2009; Zdroj dát: PČR.....	41
Graf 10 Počet dopravných nehôd v roku 2010 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla; Zdroj dát: PČR.....	41
Graf 11 Dopravné nehody s účasťou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2010; Zdroj dát: PČR	42
Graf 12 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2010; Zdroj dát: PČR.....	42
Graf 13 Počet dopravných nehôd v roku 2011 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla, Zdroj dát: PČR.....	43
Graf 14 Dopravné nehody s účasťou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2011; Zdroj dát: PČR	44
Graf 15 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2011; Zdroj dát: PČR.....	44

Graf 16 Počet dopraných nehôd v roku 2012 podľa druhu prepravovanej látky - UN čísla, Zdroj dát: PČR.....	46
Graf 17 Dopravné nehody s účasťou vozidla prepravujúceho nebezpečné veci podľa dohody ADR podľa jednotlivých Krajských riaditeľstiev polície za rok 2012; Zdroj dát: PČR	46
Graf 18 Nehody podľa druhu prepravnej jednotky za rok 2012; Zdroj dát: PČR.....	47
Graf 19 Príčiny dopravných nehôd - percentuálne zastúpenie v jednotlivých rokoch [56] ...	48
Graf 20 Počet jednotlivých zavinení v rokoch 2003 - 2011; Zdroj dát: PČR	48
Graf 21 Schematické znázornenie hodnotenia životného prostredia.....	60
Obrázok 1 Formy prepravy nebezpečných látok (zl'ava v kusoch, voľne ložené, v cisternách) [7]	18
Obrázok 2 Obaly pre prepravu nebezpečných vecí a ich značenie [31].....	19
Obrázok 3 Zl'ava zaistenie nákladu a skúšobná jazda so zabezpečeným nákladom [32]	20
Obrázok 4 Príklad nehody vozidla prepravujúceho nebezpečné látky [40]	28
Obrázok 5 Havarovaná cisterna, Ecatepec, Mexiko [49]	34
Obrázok 6 Situácia po havárii, Ecatepec Mexiko [49].....	34
Obrázok 7 Poškodená cisterna po dopravnej nehode [55]	45
Obrázok 8 Vývoj nehodovosti v jednotlivých krajoch za rok 2010 - 2012; Zdroj dát: PČR ..	47
Obrázok 9 Dopravné značka B-18 a B-19 [63]	52
Obrázok 10 Vjazd do tunela kategórie E [66]	53
Obrázok 11 Tunely ČR a ich kategórie podľa ADR [65].....	55
Obrázok 12 Havária cisterny [54]	60
Obrázok 13 Mapa NP, CHKO, NPP, NPR [74]	69
Obrázok 14 Modelová trasa 1 [75]	75
Obrázok 15 Modelová trasa 2 [75]	75

Obrázok 16 Veľkosť zasiahnutého zastavaného územia pre modelovú trasu 1 (zelená) a modelovú trasu 2 (červená); Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	76
Obrázok 17 Hodnotenie ohrozenia vody; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	78
Obrázok 18 Hodnotenie ohrozenia pôdy; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	80
Obrázok 19 Hodnotenie ohrozenia chráneného územia; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	80
Obrázok 20 Hodnotenie z hľadiska ohrozenia cestnej infraštruktúry; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	82
Obrázok 21 Mosty a tunely na trasách; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	83
Obrázok 22 Prehľad celkovej situácie (topografická mapa 1:25000) ; Zdroj dát: Výzkumný ústav melioráci a půd, v.v.i.; Topografický podklad: Český ústav zeměměřičský a katastrální	84
Tabuľka 1 Triedy nebezpečných vecí podľa ADR.....	14
Tabuľka 2 Preprava nebezpečných vecí v jednotlivých európskych krajinách.....	23
Tabuľka 3 Najvýznamnejšie mimoriadne udalosti v cestnej preprave.....	33
Tabuľka 4 Najvýznamnejšie mimoriadne udalosti vozidiel prepravujúcich NV v tuneloch ..	35
Tabuľka 5 Vývoj dopravných nehôd vozidiel prepravujúcich nebezpečné veci podľa ADR v ČR od roku 2003 do 2012	37
Tabuľka 6 Následky dopravných nehôd.....	49
Tabuľka 7 Kategórie tunelov.....	53
Tabuľka 8 Zoznam tunelov ČR a ich kategória podľa ADR.....	54
Tabuľka 9 Veľkosť zasiahnutej plochy podľa typu a množstva nebezpečnej látky.....	57
Tabuľka 10 Výstup hodnotenia dopadu na obyvateľstvo.....	58

Tabuľka 11	Veľkosti rizika R_{vp} u povrchových vôd.....	61
Tabuľka 12	Výstup hodnotenia zraniteľnosti povrchových vôd	62
Tabuľka 13	Veľkosť rizika R_{vpp} u podzemných vôd	62
Tabuľka 14	Výstup hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd	63
Tabuľka 15	Priepustnosť pôd podľa zrnitosti.....	65
Tabuľka 16	Výstup hodnotenia zraniteľnosti pôdy	66
Tabuľka 17	Odolnosť pôd podľa HPJ	66
Tabuľka 18	Hodnotenie ohrozenia chránených oblastí	70
Tabuľka 19	Výstup hodnotenia zraniteľnosti chránených oblastí.....	71
Tabuľka 20	Kritické miesta v cestnej infraštruktúre a ich hodnotenie.....	72
Tabuľka 21	Výstup hodnotenia zraniteľnosti chránených oblastí.....	73
Tabuľka 22	Výsledok hodnotenia	74
Tabuľka 23	Veľkosť zasiahnutých zastavaných plôch.....	77
Tabuľka 24	Výstup hodnotenia dopadu na obyvateľstvo pre modelovú situáciu	77
Tabuľka 25	HPJ a dĺžky trás potrebné pre hodnotenie.....	79
Tabuľka 26	Výstup hodnotenia z hľadiska ohrozenia pôdy	79
Tabuľka 27	Dĺžky ciest, počet mostov a tunelov na modelových trasách	81
Tabuľka 28	Hodnotenie ohrozenia cestnej infraštruktúry pre modelovú situáciu	82
Tabuľka 29	Vyhodnotenie bezpečnosti trás pre modelovú situáciu.....	83
Vývojový diagram 1	Grafické znázornenie priebehu hodnotenia rizika pre obyvateľstvo	59
Vývojový diagram 2	Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti vody.....	64
Vývojový diagram 3	Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti pôdy.....	68
Vývojový diagram 4	Grafické znázornenie priebehu hodnotenia zraniteľnosti pôdy.....	71

ZOZNAM SKRATIEK

ADR	Accord Dangereuses Route
CLP	Classification, labelling and packaging of substances and mixtures
EVL	Európsky významné lokality
GHS	Globálny harmonizovaný systém klasifikácie a označovania chemikálií
HPJ	Hlavná pôdna jednotka
CHKO	Chránená krajinná oblasť
MEGC	Multiple-Element Gas Container
MD	Ministerstvo dopravy
NP	Národný park
NPP	Národná prírodná pamiatka
NPR	Národná prírodná rezervácia
NV	Nebezpečné veci
PP	Prírodné pamiatky
PR	Prírodné rezervácie
UIRR	Union internationale des sociétés de transport combiné Rail-Route
VO	Vtáče oblasti
ZCHÚ	Zvlášť chránená území

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha I : Zoznam látok

PRÍLOHA I: ZOZNAM LÁTOK

Príloha I Zoznam látok [60]

Typ látky	Látka (príklady)
Horľavé kvapaliny tlak pár < 0,3 bar pri 20° C (teplota vzplanutia > 20° C)	Allylalkohol
	Anilín
	Benzaldehyd
	Benzylchlorid
	Butanol
	Butyldiglykol
	Dichlórbenzén
	Dichlórpropén
	Nafta
	Dietylkarbonát
	Dimetylformamid
	Etanolamín
	Etyl mravčan
	Etylglykolacetát
	Etylsilikát
	Etylénchlórhydrín
	Etylenglykol
	Vykurovací olej
	Furfural
	Furylkarbinol
	Izoamylalkohol
	Izobutanol
	Izopropanol
	Metylbutylketón
	Metylglykol
	Metylglykolacetát
	Naftalén
	Nitrobenzén
	Ropa
	Fenol
	Styrén
	Trioxán
	Xylén

Typ látky	Látka (příklady)
Horľavé kvapaliny tlak pár < 0,3 bar pri 20° C (teplota vzplanutia ≤ 20° C)	Acetal
	Acetaldehyd
	Acetón
	Acetonitril
	Benzén
	Benzilchlorid
	Butanedión
	Butanol
	Butanón
	Butylchlorid
	Butylmraľčan
	Cyklohexén
	Dichlóretán
	Dichlópropán
	Dietylamin
	Dietylketón
	Dietylkarbonát
	Dimetylcyklohexán
	Dioxán
	Etanol
	Etylacetát
	Etylakrylát
	Etylbenzén
	Etylmraľčan
	Heptán
	Hexán
	Izobutylacetát
	Izobutyléter
	Metanol
	Metylacetát
	Metylcyklohexán
	Metylizobutylketón
	Metylmetakrylát
	Metylpropionát
	Metylvinylketón
	Oktán
	Piperidín
	Propylacetát
	Pyridín
	Toluén
	Trietylamin
	Vynilacetát

Typ látky	Látka (príklady)
Horľavé kvapaliny tlak pár $\geq 0,3$ bar pri 20° C	Sírouhlík Kolódiový roztok Cyklopentán Dietyléter Etylbromid Izopropén Izopropylalkohol Metylmravčan Ťažký benzín (ligroín) Kondenzát zemného plynu Pentán Benzín Propanol (propylalkohol) Propylénoxid
Horľavé plyny skvapalnené tlakom	1,3-butadién Bután Butén Cyklopropán Difluóretán Dimetyléter Etán Etylchlorid Izobután Izobutylén LPG Metyléter Propadién Propán Propylén
Výbušniny	Dusičnan amónny (hnojivo typu A1) Munícia Nitroglycerín TNT

Typ látky	Látka (příklady)
Málo toxické kvapaliny	Acetylchlorid Allylamín Allylbromid Allylchlorid Chlóropikrín Dichlóroetyléter Dimetylhydrazín Dimetylsulfid Epichlórhhydrín Etánetiol Etylizokyanát Etyltrichlórsilán Pentakarbonyl železa Izopropylamín Metakroleín Metylhydrazín Oxid osmičelý Chlorid fosforitý Sulfurylchlorid Tetraetylolovo Tetrametylolovo Trichlórsilán Vynilidénchlorid Akroleín
Stredne toxické kvapaliny	Akrylonitril Bróm Carbon sulphide Chlóracetaldehyd Chlórmetyléter Kyánbromid Dimetyldichlórsilán Etylchlórmravčan Etylénimín Izobutylamín Metylchlórtomate Metyldichlórsilán Metyljodid Metyltrichlórsilán Kyselina dusičná (dymivá) Óleum (dymivá kyselina sírová) Pentaborán Propylénimín Propylénoxid Clorid ciničitý

Typ látky	Látka (příklady)
<p>Velmi vysoko toxické kvapaliny</p> <p>Vysoko toxické plyny</p>	<p>Metylizokyanát</p> <p>Nikelkarbonyl</p> <p>Pentafluorid síry</p> <p>Chlorid boritý</p> <p>Carbonylsufid</p> <p>Chlór</p> <p>Oxid chlořičitý</p> <p>Dichlóracetylén</p> <p>Formaldehyd</p> <p>Hexafluóracetón</p> <p>Bromovodík</p> <p>Chlorovodík</p> <p>Sírovodík</p> <p>Metylbromid</p> <p>Metylchlorid</p> <p>Oxid dusnatý</p> <p>Fluorid křemičitý</p> <p>Sulfurylfluorid</p> <p>Tetrahydrid cínu</p>